

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ИЖЕВСКА



Ижевск 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт естественных наук

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ИЖЕВСКА

Монография



Ижевск
2018

УДК 502/504
ББК 20.1
Э40

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УдГУ

Авторский коллектив: Адаховский Д.А., Анисимов И.С., Артемьева А.А., Баранова О.Г., Вологжанин В.В., Габдуллин В.М., Гагарин С.А., Гагарина О.В., Дмитриев В.Р., Зыкина Н.Г., Илларионов А.Г., Каргапольцева И.А., Котегов Б.Г., Куртеева А.Г., Малькова И.Л., Перовошиков А.А., Плеханова В.В., Прокашев М.М., Платунова Г.Р., Рысин И.И. (гл. редактор), Рубцова А.В., Рубцова И.Ю., Семакина А.В. (отв. за выпуск), Сергеев А.В., Стурман В.И., Сырых И.В., Тюлькин Ю.А., Холмогорова Н.В., Шадрин В.А., Шумихина А.В., Юминов В.А.

Рецензенты: доктор географических наук, профессор С.А. Бузмаков, зав. кафедрой биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета; доктор географических наук, профессор В.В. Сироткин, зав. кафедрой ландшафтной экологии Казанского (Приволжского) федерального университета.

Э40 Экология и природопользование на территории города Ижевска: Монография / Под ред. И.И. Рысина, О.Г. Барановой. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2018. – 272 с.

ISBN 978-5-4344-0529-4

Монография содержит информацию о состоянии и пространственном распределении степени остроты существующих на территории города Ижевска геоэкологических проблем в связи со сложившейся системой природопользования. В книге дан аналитический обзор современного состояния и характера природопользования геологической среды, рельефа, атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвенно-растительного покрова, животного мира и оценка влияния факторов природной среды на здоровье населения. Монография адресуется практическим работникам в области управления природопользованием, экологического проектирования и экспертизы, природоохранной деятельности на уровне предприятий, организаций и муниципальных образований. Книга также может быть полезна студентам, магистрантам и аспирантам, приобретающим и совершенствующим знания в различных областях экологического образования и науки.

УДК 502/504
ББК 20.1

Издание осуществлено при финансовой поддержке Управления природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации города Ижевска

ISBN 978-5-4344-0529-4

© Коллектив авторов, 2018
© ФГБОУ ВО «Удмуртский
государственный университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение (Рысин И.И.).....	5
1. Геологическая среда и рельеф	7
1.1. Состояние геологической среды (Сергеев А.В.).....	7
1.2. Рельеф и современные экзогенные процессы (Илларионов А.Г., Рысин И.И., Юминов В.А.).....	14
2. Состояние атмосферного воздуха.....	27
2.1. Вклад в загрязнение атмосферного воздуха от наиболее крупных стационарных источников выбросов и автотранспорта (Гагарин С.А., Вологжанин В.В.).....	27
2.2. Химическое загрязнение атмосферного воздуха (Семакина А.В.).....	35
2.3. Характеристика физического загрязнения г. Ижевска (Гагарин С.А., Дмитриев В.Р.)...	42
3. Оценка качества поверхностных и подземных вод.....	50
3.1. Водоснабжение и водоотведение города Ижевска: основные показатели и проблемы (Гагарина О.В.).....	50
3.2. О качестве воды Ижевского пруда как источника питьевого водоснабжения (Гагарина О.В., Прокашев М.М., Плеханова В.В.).....	57
3.3. Экологические проблемы малых рек города (Гагарина О.В., Куртеева А. Г.).....	73
3.4. Гидролого-экологическая характеристика родников Ижевска (Гагарина О.В.).....	78
3.5. Характеристика подземных вод (Анисимов И.С., Рысин И.И.).....	99
4. Землепользование и состояние депонирующих сред	106
4.1. Современное состояние почвенного покрова города Ижевска (Рысин И.И.).....	106
4.2. Особенности антропогенной трансформации городских почв (Зыкина Н.Г.).....	115
4.3. Характеристика загрязнения почв г.Ижевска тяжелыми металлами и другими веществами (Стурман В.И.).....	126
4.4. Характеристика аэрогенного загрязнения снежного покрова г. Ижевска (Семакина А.В., Сырых И.В.).....	133
5. Современное состояние растительного покрова и его охрана	142
5.1. Характеристика брйофлоры города Ижевска (Рубцова А.В.).....	142
5.2. Редкие и исчезающие виды сосудистых растений в г. Ижевске (Баранова О.Г.).....	152
5.3. Синантропизация растительного покрова (Шадрин В.А.).....	155
6. Современное состояние животного мира.....	163
6.1. Характеристика состояния наземных беспозвоночных животных (на примере муравьев) (Адаховский Д.А.).....	163
6.2. Характеристика состояния водных беспозвоночных животных (Холмогорова Н.В., Каргапольцева И.А.).....	165
6.3. Современное состояние водных позвоночных животных (Котегов Б.Г.).....	176
6.4. Современное состояние наземных позвоночных животных (Тюлькин Ю.А.).....	181

7. Состояние окружающей среды как фактор риска для здоровья населения.....	187
7.1. Здоровье детского населения как показатель состояния комфортности окружающей среды (Малькова И.Л., Ильин В.И., Ложкина А.А.).....	187
7.2. Биоклиматические показатели комфортности (Шумихина А.В.).....	195
7.3. Лесопарковые зоны г. Ижевска как природные очаги клещевых зооантропонозов (Малькова И.Л.).....	208
7.4. Календарь сезонного развития природы г. Ижевска и его окрестностей (Адаховский Д. А.).....	217
7.5. Суммарный показатель антропогенной нагрузки (Стурман В.И., Габдуллин В.М.).....	223
8. Основные природоохранные мероприятия.....	226
8.1. Мероприятия по охране атмосферного воздуха (Гагарин С.А.).....	226
8.2. Мероприятия по охране водных объектов (Гагарина О.В.).....	228
8.3. Рациональное использование вторичных материальных ресурсов (Рубцова И.Ю., Артемьева А.А.).....	231
8.4. Особо охраняемые территории г. Ижевска (Баранова О.Г., Перевошиков А.А.).....	237
Литература.....	249
Приложение.....	264

Введение

После выхода в свет сборника статей «Природа Ижевска и его окрестностей» под научной редакцией профессора В.В. Туганаева, прошло уже ровно 20 лет. За эти годы учеными Института естественных наук Удмуртского госуниверситета накоплен огромный исследовательский материал по экологическому состоянию и природопользованию на территории города Ижевска. Инициатором подготовки данной монографии выступила кафедра экологии и природопользования, которая в текущем году отмечает свое 25-летие.

Монография включает 8 глав, в которых анализируется современное состояние и динамика всех компонентов окружающей среды, включая геологическую среду и рельеф, атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенно-растительный покров и животный мир. Отдельный раздел посвящен влиянию состояния окружающей среды на здоровье городского населения. Завершающей является глава, где представлены основные природоохранные мероприятия и дана характеристика особо охраняемых природных территорий г. Ижевска.

Город – это, во-первых, территория, часть земной поверхности, которая характеризуется определенными климато-ландшафтными и геолого-геоморфологическими условиями. Городская территория отличается, прежде всего, высокой степенью хозяйственного освоения. Во-вторых, город является средой обитания и производственной деятельности огромного количества людей.

В зависимости от целей исследования, город (городская среда и городская территория) может рассматриваться как *геосистема* или как *экосистема*. В том случае, когда исследуются компоненты среды, природные и измененные человеком, принято говорить о «*геосистемах*». Когда же на первое место становятся проблемы человека (его жизнеобеспечения, взаимоотношения со средой) или условия обитания организмов, употребляют термин «*экосистема*» (Город-экосистема, 1997). В данной работе городская среда исследуется с позиции экосистемного подхода.

В 1978 году впервые было сформулировано определение «*экология города*», как комплекса градостроительных, медико-биологических, географических, социально-экономических и технических наук, которые в рамках *экологии человека* изучают взаимодействие и взаимовлияние производственной и непроизводственной деятельности людей и природных ресурсов на территории городских поселений и зон их влияния (Город-экосистема, 1997).

Поскольку человек с его потребностями является центральным элементом экосистемы «Город» и формирование ландшафтно-географических и социально-экономических сред (подсистем) определяется сообществом живущих в городе людей, постольку исследования выше названных подсистем должны тесно взаимоувязываться. И первые такие шаги по сближению изучения городской экосистемы предпринимаются в рамках данной монографии.

Первая глава в работе посвящена состоянию геологической среды, особенностям рельефа и развитию современных экзогенных геолого-геоморфологических процессов в условиях техногенной нагрузки. Трансформация рельефа человеком вызывает проявление таких ущербообразующих процессов, как суффозия, карст, овражная и почвенная эрозия, просадки, оползни, обвалы, подтопление и другие опасные явления, многие из них развиваются и на территории г. Ижевска.

Во второй главе дается детальный анализ состояния атмосферного воздуха в городе. Рассматривается загрязнение атмосферного воздуха выбросами крупных промышленных предприятий и постоянно увеличивающимся автомобильным транспортом. Анализируются особенности многолетней динамики химического и физического загрязнения. В главе представлен уникальный картографический материал.

В третьей главе читатель познакомится с современными проблемами водоснабжения и водоотведения в столице республики, узнает о качестве воды в Ижевском пруду и гидролого-экологических характеристиках малых рек, родников и подземных вод.

Четвертая глава посвящена характеристике морфологических и агрохимических свойств естественных почв и особенностям их антропогенной трансформации в условиях урбанизированной среды. Здесь также имеется интересный материал о загрязнении почв и снежного покрова тяжелыми металлами и другими веществами.

Следующая, пятая глава вызовет интерес у любителей растительного покрова. В этом разделе детально описаны редкие и исчезающие виды растений, раскрываются особенности синантропизации растительного покрова в городской среде и впервые дается подробная характеристика бриофлоры г. Ижевска.

В шестой главе описывается современное состояние животного мира. Раздел начинается с характеристики наземных беспозвоночных животных на примере муравьев. Далее здесь представлен интереснейший материал как по ихтиофауне Ижевского пруда и ряда других водоемов в черте города, так и по многочисленным водным беспозвоночным, обитающим в этих водоемах. Глава завершается описанием современного состояния наземных позвоночных животных, обитающих в городе на Иже.

Предпоследняя, седьмая глава не должна оставить равнодушным ни одного жителя нашего города, поскольку она посвящена влиянию городской экологии на здоровье населения. Читатель в этом разделе найдет любопытные факты по заболеваемости детского населения в разрезе педиатрических участков и их связь с экологическим состоянием окружающей среды. Здесь также впервые представлены биоклиматические показатели комфортности городской среды, даны характеристики лесопарковых зон Ижевска как природных очагов клещевых зооантропозов. Приводятся результаты многолетних фенологических наблюдений за развитием природы в нашей столице. В завершение дается описание методики картографирования суммарного показателя антропогенной нагрузки на городскую среду.

Последняя, восьмая глава логично посвящается основным природоохранным мероприятиям: охране атмосферного воздуха, охране водных ресурсов, рациональному использованию вторичных ресурсов и сырья. Завершается раздел описанием существующих и вновь рекомендуемых к защите особо охраняемых природных территорий города.

Монография коллектива ученых Удмуртского университета станет достойным продолжением вышеупомянутой книги о природе Ижевска и его окрестностей. Эта книга об экологии и природопользовании на территории города Ижевска должна стать настольным учебным пособием для работников сферы охраны окружающей среды и рационального природопользования, работников городских муниципальных и государственных учреждений, студентов и преподавателей ВУЗов и колледжей, а также многочисленных жителей города, интересующихся средой своего обитания.

И.И. Рысин, заведующий кафедрой экологии и природопользования УдГУ,
доктор географических наук, профессор

1. Геологическая среда и рельеф

1.1. Состояние геологической среды

Стратиграфия геологического разреза территории г. Ижевска

Геологический разрез на территории г. Ижевска представлен метаморфическими породами нижнего протерозоя и верхнепротерозойскими, палеозойскими и кайнозойскими осадочными образованиями.

В составе кристаллического фундамента **нижнего протерозоя** PR₁ преобладают метаморфические породы: гнейсы, гранитогнейсы, амфиболиты, биотит-серицитовые сланцы.

Осадочный чехол в своем основании сложен породами **верхнего протерозоя** PR₃ в объеме нижнего рифея.

Породы **рифейского комплекса** R₁ (кырпинская серия) являются самыми древними образованиями, заполняющими опущенные участки фундамента. Они залегают на размытой поверхности кристаллического фундамента и представлены чередованием аргиллитов, доломитов, глауконитовых алевролитов и песчаников, местами прорванные интрузиями диабазов [Геология..., 1976; Савельев, 2003].

Отложения **палеозойской группы** повсеместно сложены породами девонской, каменноугольной и пермской систем.

Девонская система.

Средний девон. *Эйфельский ярус* представлен в основном карбонатами: глинистые известняки, доломиты, участками – глинистые алевролиты и песчаники. *Живетский ярус* сложен мелководными песчаниками и алевролитами.

Верхний девон. *Франский ярус* включает гравелиты, выше белые песчаники, серые алевролиты и аргиллиты; в верхней части – органогенные известняки с прослоями аргиллитов, мергелей, доломитов. *Фаменский ярус* сложен известняками с включениями доломитов и ангидритов.

Каменноугольная система (карбон) представлен всеми тремя отделами.

Нижний отдел карбона. *Турнейский ярус* сложен мелководно-морскими терригенно-карбонатными осадками (битуминозные известняки и аргиллиты). *Визейский ярус* представлен песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями каменных углей, известняками и доломитами. *Серпуховский ярус* сложен песчаниками и сахаровидными известняками.

Средний отдел карбона. *Баширский ярус* в основании сложен конгломерато-брекчиями, а выше – органогенными известняками с прослоями доломитов. *Московский ярус* сложен переслаивающимися известняками, аргиллитами и доломитами с включениями гипса, ангидрита и кремня.

Верхний отдел карбона сложен однородной толщей известняков и доломитов [Геология..., 1976].

Отложения **пермской системы** развиты повсеместно, обнажаясь на поверхности.

Нижний отдел перми. *Ассельский ярус* сложен преимущественно доломитами, в меньшем количестве известняками, с прослоями ангидрита, реже гипса. *Сакмарский, артинский и кунгурский ярусы* представлены известняками, доломитами с ангидритами и гипсами. *Уфимский ярус* сложен красноцветными песчаниками и алевролитами, алевролитовыми мергелями, глинистыми известняками, известковистыми глинами, загипсованными доломитами.

Средний отдел перми. *Казанский ярус* обнажается вдоль южной окраины Ижевска до абсолютных отметок 90-100 м (рис. 1.1.1). Он представлен глинами, алевролитами, песчаниками с прослоями конгломератов, известняков и мергелей (белебеевская свита).

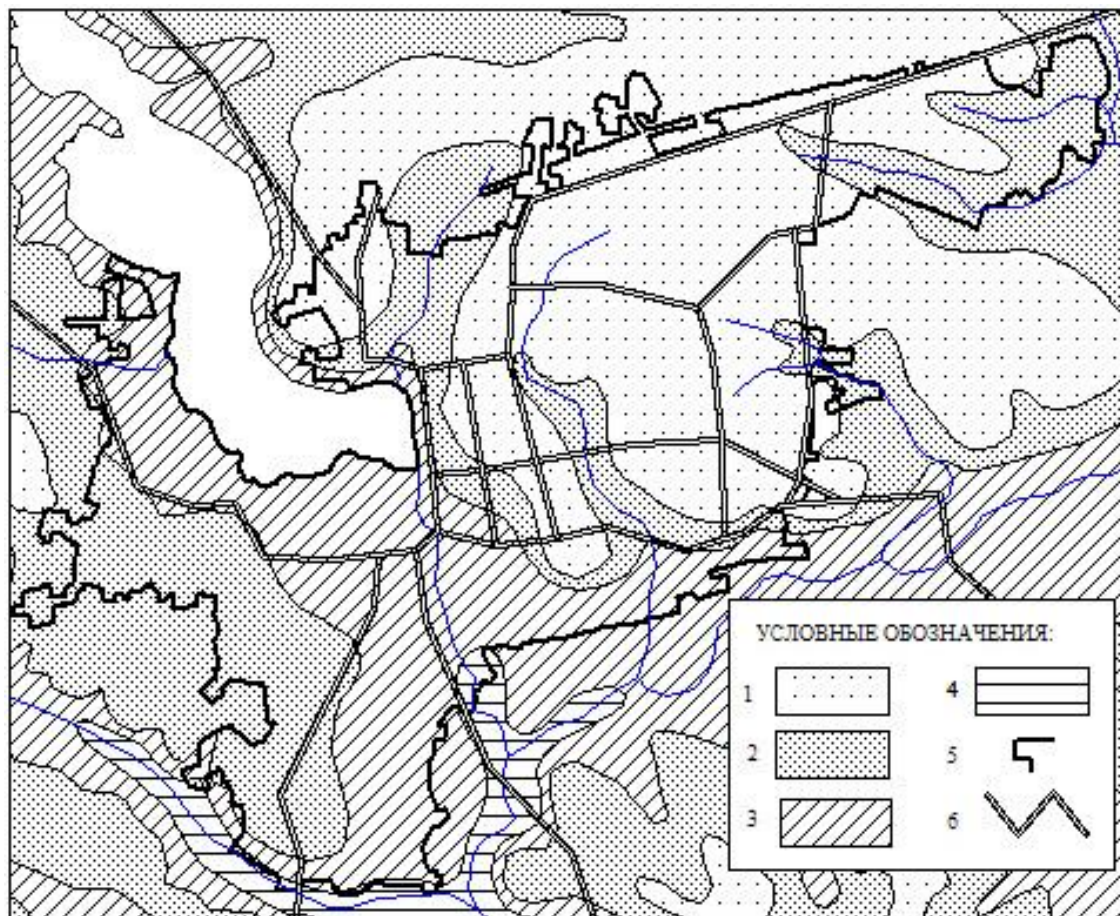
Уржумский ярус обнажается на всей территории г. Ижевска. Это красноцветные континентальные отложения речного и озёрно-морского генезиса с выраженной цикличностью: песчаники с линзами конгломератов и гравелитов, алевролиты, глины и мергели с прослоями известняков. Ярус включает одноименный горизонт, разделяющийся на 4 свиты:

- максимовская свита – переслаивание известняков, мергелей, глин и алевролитов с фауной остракод и пелеципод; вскрывается на абсолютных отметках от 90-100 до 120 м;

- ильинская свита – в нижней части песчаники с линзами конгломератов, в верхней – однообразная толща известковистых глин и алевролитов; обнажаются на абсолютных отметках примерно от 120 до 150 м;

- белохолуницкая свита – чередование песчаников с линзами конгломератов, алевролитов, глин, мергелей, известняков; на абсолютных отметках от 150 до 180 м;
- сырянская свита – глинисто-карбонатная толща с остракодами, пелециподами и даже костями наземных позвоночных; обнажаются на абсолютных отметках от 180 до 200-210 м.

Верхний отдел перми на территории г. Ижевска не встречается [Уланов, 2005; Государственная..., 1999; Смирнов, 1974].



Условные обозначения:

Пермская система, средний отдел, уржумский ярус ($P_2\text{ ur}$): 1 – белохолуницкая свита ($P_2\text{ bh}$), 2 – ильинская свита ($P_2\text{ il}$), 3 – максимовская свита ($P_2\text{ ms}$); казанский ярус: 4 – белебеевская свита ($P_2\text{ bl}$); 5 – контур городской застройки; 6 – крупные автодороги.

Рис. 1.1.1. Схематическая карта дочетвертичных отложений г. Ижевска

Литолого-фациальный состав.

Пермские отложения вообще отличаются фациальным контрастом по простиранию и ритмичностью по разрезу. Смена фациальных комплексов по горизонтали обусловлена ландшафтными условиями. 250-230 млн. л.н. центральную часть Удмуртии занимала низменная аллювиально-дельтовая равнина, поэтому среди глинисто-алевритовых пластов часто встречаются песчаные линзы блуждающих речных русел. Вертикальная смена грубообломочных пород алевролитами и глинами обусловлена колебательными движениями платформы.

Уржумский горизонт включает четыре ритма, которые соответствуют описанным свитам.

Глины и алевролиты имеют озерно-лагунное происхождение. Они состоят из гидрослюд, полевого шпата и кварца, диаметр частиц которых не более 0,05 мм. Эти породы содержат гематит, окрашивающий их в красно-бурый цвет, а также хлорит-монтмориллонит, придающий голубовато-зеленый цвет. Данные отложения образуют выдержанные пласты с горизонтально-слоистой текстурой. Состав аутигенных минералов и отпечатков семенных папоротников свидетельствует об

аридном климате второй половины перми. Толщи алевролитов и глин отлагались в обширных мелких опреснённых водоёмах, вблизи дельт.

Песчаники – речного происхождения. Они состоят из обломков различных минералов (кварц, полевой шпат и др.), а также кремнистых и эффузивных пород, вследствие чего их называют полимиктовыми (полиминеральными) песчаниками. Среди рыхлых песчаников (уплотнённых песков) часто встречаются линзы и конкреции монолитного песчаника. Песчаным породам свойственна косая, часто перекрестная слоистость. Кроме упомянутых известково-песчаных конкреций, в песчаниках наблюдаются рыхлые конкреции, сложенные агрегатами окислов железа и марганца. Накопление песков шло в неустойчивых условиях меняющих свои русла рек, дельт и быстро высыхающих водоёмов.

Конгломераты и гравелиты представлены окатанными обломками местных мергелей и уральских кремней, кварцитов, базальтов, сцементированных известково-песчаным материалом базального и порового типа. Иногда в конгломератах встречаются окаменелая древесина и остатки раковин двустворчатых пресноводных моллюсков. Эти породы возникли в руслах рек при активизации донной эрозии и последующей цементации [Савельев, 2003; Геология..., 1967].

Кайнозойская группа осадков развита в объеме верхнего *неогена* и четвертичной системы.

Неогеновая система представлена в пределах Удмуртии только верхним отделом – плиоценом. Плиоценовые отложения залегают в погребенном врезе Ижа. В основании залегает сравнительно маломощный песчано-галечный аллювий шешминского горизонта *киммерийского яруса*. Состав фауны указывает на мелководность водоема и его высыхание во время межени. Вверх по разрезу его сменяют озерные и озерно-аллювиальные глины и алевроиты *акчагыльского яруса* (N_2ak – региональный ярус, согласно принятой легенде – *гелазийский ярус* N_2gl). Акчагыльский ярус в Удмуртском Прикамье представлен 3 горизонтами. Нижний из них, челнинский, складывается серыми, коричневыми и желтыми озерными глинами, монтмориллонитово-хлоритового состава, с конкрециями сферосидерита и лимонита (5 м). Выше по разрезу залегает сокольский горизонт. Он складывается озерно-аллювиальными глинами монтмориллонитово-хлоритового и гидрослюдистого состава, суглинками, алевроитами и песками. Завершают разрез акчагыла озерные отложения чистопольского горизонта – темно-бурые (шоколадные) жирные глины монтмориллонитово-хлорит-гидрослюдистого состава, с прослоями алевроитов, торфа, синей глины с обильными конкрециями сферосидерита (20 м). Накопление их связано с трансгрессией Каспийского бассейна, происходившей 2-4 млн. лет назад. Верхние слои акчагыльского яруса размыты [Уланов, 2005; Смирнов, 1974].

Четвертичная система включает покров рыхлых отложений, почти повсеместно слагающий земную поверхность. Они отличаются рыхлостью, смешанным песчано-глинистым составом, четкой приуроченностью к определённым формам современного рельефа, сравнительно небольшой мощностью.

Четвертичные отложения включают коллювий, делювий, элювий, пролювий, аллювий, а также озерные (лимнические), озовые, болотные (палустринные) и водно-ледниковые (гляциофлювиальные) образования.

Коллювий слагает осыпи в нижней трети крутых обнаженных склонов оврагов, долин, карьеров, а также оползневые тела в долине р. Иж. Оползневое тело захватывает как четвертичные, так и коренные горные породы. Они сложены смятыми песчано-глинистыми образованиями с дресвой, щебнем и глыбами пород стенки.

Делювий состоит из пылеватых супесей и суглинков с дресвой и щебнем коренных пород. Они слагают шлейфы на склонах южной и западной экспозиции («теплых» румбов). Именно к делювиальным осадкам приурочено большинство месторождений кирпичных и керамзитовых глин и суглинков (Позимское).

Делювиально-солифлюкционные отложения представлены суглинками с валунами, щебнем, галькой и гравием в нижней части. Они формируют более пологие и длинные шлейфы на склонах северной и восточной экспозиции («холодных» румбов). Они отличаются плохой сортировкой, лёссовидностью, наклонными морозобойными клиньями, включениями щебня подстилающих пород.

Элювий, это щебень, гравий и галька в глинисто-песчаной массе. Он образовался на водоразделах в результате разрушения конгломератов пермского возраста. Элювий покрывает сплошным чехлом поверхность водоразделов и является продуктом выветривания коренных пород, от которых и зависит его литологический состав.

Элювиально-делювиальные отложения залегают на выположенных участках водораздельных пространств, в седловинах, т.е. вне пределов выходов коренных пород.

Пролувий – это чередование прослоев грубообломочного материала в суглинисто-песчаной массе. Они формируют конусы выноса временных водотоков в устьях оврагов и балок, логов, лощин.

Аллювий состоит из обломочного материала различной зернистости, окатанности и сортировки. Аллювиальные отложения слагают поймы и надпойменные террасы рек Иж, Позимь и их притоков. В нижней части разреза аллювий сложен галькой и гравием местных коренных пород (базальный горизонт). Основную часть разреза образуют разнозернистые пески русловой фации, перекрытые суглинками пойменной фации.

Эоловые отложения представлены песками и лессовидными суглинками. Их залегание имеет покровный характер (плащеобразное) флажковой формы (сужаясь к востоку), перекрывая сплошным чехлом четвертичные и коренные осадочные отложения. Территорию Ижевска достигает Вятский эоловый массив. Лессовидные суглинки образуют сплошной покров на склонах и водоразделах. Местами в них наблюдаются следы криотурбаций, морозобойные клинья. Они сформировались в результате переувлажнения аллювиальных песков и гляциофлювиальных глинистых песков – отложений талых ледниковых вод, поэтому отличаются хорошей сортировкой и характерной эоловой формой залегания (дюны).

Палиустринные (болотные) отложения встречаются в пределах пойм рек Иж и Позимь. Наиболее распространенными болотными отложениями является торф. Помимо торфа типичными болотными отложениями являются некоторые хемогенные осадки (болотная известь или болотный мергель).

В старичных озерах происходит интенсивное накопление разнообразных илов. При активном участии планктона илы превращаются в органо-минеральный ил – сапропель (гития).

Четвертичная система представлена всеми отделами.

К нижнему неоплейстоцену относятся элювиальные и гляциофлювиальные отложения *донского (березинского) горизонта*. Элювиальные отложения развиты на водоразделах в виде нерасчленённых смешанных песчано-глинистых образований, нередко с крупнообломочным материалом. Гляциофлювиальные песчано-глинистые образования представлены на склонах западной окраины г. Ижевска.

Мучкапско-окский горизонт представлен аллювиальными и озерно-аллювиальными осадками четвертой надпойменной террасы. Аллювий залегает во врезе в коренные породы и представлен в основном песками и галечниками. На террасах Ижа в южной части города выделяются также озерно-аллювиальные песчано-глинистые осадки с гравием.

Средний неоплейстоцен представлен элювиальными и делювиальными песчано-глинистыми разностями *лихвинского горизонта*, а также погребенным аллювием Ижа (*чекалинский горизонт*) и эоловыми покровными песками (*московский горизонт*).

Верхний неоплейстоцен представлен перечисленными выше генетическими типами отложений. Аллювий второй (*микулинско-калининский горизонты*) и первой (*ленинградский-осташковский горизонты*) надпойменных террас рек Иж и Позимь представлены русловыми песками и гравием (нижняя часть разреза), пойменными и старичными суглинками и супесями (верхняя часть разреза). Согласно преобладающей точке зрения, вторая терраса относится к микулинскому и калининскому горизонтам, первая терраса – к мончаловскому и осташковскому. Именно на первой надпойменной террасе Ижа расположена западная часть города (Зарека). Вероятно, верхнечетвертичный возраст могут иметь эоловые пески, локально встречающиеся в северо-западной части г. Ижевска.

К голоценовому (современному) горизонту относятся перечисленные выше генетические типы отложений, образованные в гумидных условиях, а также обвальнo-осыпные и оползневые отложения крутых склонов, современные почвы [Уланов, 2005; Государственная..., 1999; Смирнов, 1974].

Тектоника территории г. Ижевска

Территория Удмуртии расположена в пределах Русской плиты одноименной древней, докембрийской платформы, на территории Волжско-Камской (Волго-Уральской) антеклизы - одной из крупнейших положительных структур Русской платформы. Волжско-Камская антеклиза состоит из ряда более мелких положительных и отрицательных структур. Из их числа в пределах Удмуртии представлены структуры первого порядка: Калтасинский (Камско-Бельский) авлакоген (выражен по кристаллическому фундаменту); Татарский свод и Верхнекамская впадина (выражены в осадочном чехле) [Геология..., 1967; Валеев, 1978].

В тектоническом строении различают структурные этажи, ярусы и подъярусы. Это части стратиграфического разреза (структурные комплексы) с характерными наборами фаций и особенностями их дислокаций. Геологический разрез подразделяется на 2 структурных комплекса: фундамент (консолидированная кора) и осадочный чехол. Резко неодинаковы комплексы фундамента и чехла.

Фундамент в районе г. Ижевска сложен кристаллическими образованиями карелид (карельская складчатость, нижний протерозой, 1700 млн. лет). Он залегает на глубине примерно 4,5 км (± 200 м). В структуре фундамента выделяется Калтасинский авлакоген меридианального простирания, над западным бортом которого расположен г. Ижевск. В целом авлакогену соответствует гравитационный и магнитный минимумы. Однако в районе г. Ижевска наблюдается одноимённый магнитный максимум и зона резких градиентов гравитационного поля.

Фундамент разбит разломами на блоки, испытывающие медленные дифференцированные движения. Разломами довольно уверенно обособляется от соседних депрессий и выступов Ижевский блок фундамента амплитудой до 400 м. Блоки разделены разломами и ослабленными зонами. Ижевск находится над одной из таких зон, выявляемой по геологическим, геофизическим и геоморфологическим признакам.

Чехол, состоящий из нормально осадочных пород, включает три структурных этажа: рифейский, девонско-пермский и кайнозойский. Они разделены угловыми и стратиграфическими несогласиями.

Рифейский этаж развит в Калтасинском авлакогене, над западным бортом которого расположен г. Ижевск. Отложения рифея нивелируют впадины фундамента.

Девонско-пермский этаж делится на четыре структурных яруса по наличию несогласий и размылов: эйфельско-турнейский (D_2e-C_1t), визейско-серпуховский (C_1vz-C_1sr), башкирско-верхнекаменноугольный (C_2b-C_3) и пермский (P_{1-2}).

Кайнозойский этаж развит повсеместно, особенно в долинах рек.

Ижевск расположен в пределах Верхнекамской впадины, в ее Бородулинско-Фокинской части, которая осложнена серией валов разного происхождения и степени выраженности. Один из приразломных тектонических валов – Андреевский – прослеживается в разрезе чехла под городом. Он представляет собой комплекс структурных террас, в северной части осложненных локальными поднятиями Ижевской структуры. Общие размеры Ижевского поднятия составляют $17 \text{ км} \times 5 \text{ км}$. Оно состоит из двух куполов. Северный купол размерами $5,5 \text{ км} \times 3 \text{ км}$ и амплитудой до 75 м приурочен к восточному краю рифогенно-карбонатного массива. Южный купол расположен вне массива и представляет сквозную структуру тектонического происхождения. Ее размеры $9 \text{ км} \times 4 \text{ км}$ и амплитуда до 20 м. В состав вала входит ряд и других поднятий, прогибов, брахиантиклиналей, нашедшие своё отражение в строении коренных отложений, выходящих на дневную поверхность. Это трещины и сбросы Ижевского прогиба, Шудьинская моноклираль на юго-западе города. Ижевск также занимает северное погружение Яганского поднятия Андреевского вала [Геология..., 1976].

Гидрогеологическая характеристика палеозойских отложений

Район г. Ижевска расположен в северо-восточной части Волго-Камского артезианского бассейна и относится к Вятско-Камскому гидрогеологическому району. Литологическая невыдержанность, тектонические прогибы и поднятия обуславливают непостоянство водообильности одного и того же водоносного горизонта и различную глубину залегания водоносных горизонтов и пьезометрических уровней.

Подземные воды палеозойских отложений представлены высокоминерализованными рассолами хлоркальциевого типа с высоким содержанием йода, брома, аммония и других микрокомпонентов. Водорастворенные газы повсеместно относятся к азотному типу (содержание азота более 80%, углеводородов — менее 15%).

Для палеозойских отложений характерна слабая дифференцированность гидрохимических показателей по разрезу. Особенно близки по составу воды внутри карбонатных комплексов. Однотипность вод большинства водоносных горизонтов по содержанию в них макро- и микрокомпонентов обусловлена, по-видимому, наличием благоприятных условий для вертикальных перетоков флюидов и выравниванием химического состава вод по разрезу.

Эмско-нижнефранский терригенный водоносный комплекс изучен среди прочих и на Ижевской площади. Водонасыщены здесь песчаники и алевролиты, местами разделенные глинистыми прослоями. Региональным водупором комплекса служат аргиллиты и глинистые известняки тиманского ($D_3 \text{ tm}$) и саргаевского ($D_3 \text{ sr}$) горизонтов. Водообильность отложений

колеблется от 1 до 215 м³/сут. Она находится в тесной связи с литологией песчаников и алевролитов эмского, эйфельского и живетского ярусов и нижнефранского подъяруса, в которых насчитывается пять пластов-коллекторов.

По химическому составу пластовые воды комплекса имеют хлоридно-натриево-кальциевый состав. Общая минерализация пластовых вод обычно составляет 211-256 г/л, удельный вес 1,17-1,18 г/см³. В скважинах, приуроченных в плане к зонам разломов фундамента, минерализация вод резко возрастает.

Коэффициент сульфатности вод изменяется от 0,02 до 0,45. Содержание брома в водах обычно колеблется в пределах 434-896 мг/л, йода — 9-16 мг/л. В ряде случаев анализы показывают чрезвычайно высокое содержание брома (до 2560-3232 мг/л) или йода (до 247 мг/л).

Верхнефранско-турнейский карбонатный водоносный комплекс в основном сложен известняками и доломитами. В строении толщ принимают участие мергели, аргиллиты, кремнисто-глинистые битуминозные сланцы.

Региональной покрывкой комплекса служат глинистые породы, залегающие в основании нижнекаменноугольной терригенной толщ. Водообильность комплекса зависит от коллекторских свойств зернистых органогенно-обломочных карбонатов, которые нередко имеют пористо-кавернозное строение, трещиноваты и пронизаны стиллолитовыми швами. Основные водопроницающие толщ приурочены именно к закарстованным и трещиноватым зонам. Наибольшая водообильность (до 40-121,6 м³/сут) комплекса встречается в скважинах, где развиты мощные закарстованные и трещиноватые рифогенно-карбонатные массивы.

Общая минерализация вод равна 258-261 г/л. Она снижается на рифогенно-карбонатных массивах до 155-142 г/л.

Несмотря на различия в общей минерализации, соотношение минеральных компонентов в девонско-турнейских водах обычно довольно устойчиво. Подземные воды представлены минерализованными рассолами хлоридно-натриево-кальциевого состава. Наиболее характерные концентрации микрокомпонентов составляют: йод — 8-12 мг/л, бром — 500-700 мг/л, бор — 50-100 мг/л, аммоний — 70-100 мг/л.

Характерна повышенная сульфатность вод (0,38-0,69). Отмечено ее повышение в некоторых районах развития рифогенно-карбонатных массивов (Яганская площадь).

Визейский терригенный водоносный комплекс приурочен к песчаникам и алевролитам окско-кожимской толщ, в которой выделено до восьми проницаемых пластов, разобщенных прослоями аргиллитов. Обычно водоносные комплексы представлены глинистыми мелкозернистыми песчаниками, алевролитами и глинами. Региональным верхним водоупором комплекса служат тульские аргиллиты и глинистые известняки. На Ижевской, Яганской и других площадях проводилось опробование этого комплекса.

Как показали исследования, водообильность комплекса из-за его литологической изменчивости обычно довольно незначительна (от 1-5 м³/сут до 167 м³/сут). Удельный вес пластовой воды во всем комплексе примерно равен 1,16-1,18 г/см³.

По своему химическому составу воды этого комплекса отнесены к хлоридно-кальциево-натриевому типу. Общая минерализация 213-314 г/л. Коэффициент сульфатности вод составляет 0,1-0,54. Содержание брома в воде варьирует от 313,5 мг/л до 640 мг/л, йода 5-10 мг/л.

Окско-башкирский карбонатный водоносный комплекс изучен недостаточно. Пластовые воды приурочены к органогенно-обломочным и оолитовым известнякам, которые разобщены плотными разностями карбонатных пород. Верхним водоупором комплекса служат глинистые породы верейского горизонта.

На Ижевской и других площадях произведено испытание этого комплекса. Водообильность обычно незначительна, что свидетельствует о сравнительно низких коллекторских свойствах пород. Испытания скважин привели к выводу о неравномерной обводненности визейско-башкирских отложений, так как в отдельных случаях были получены значительные дебиты.

При испытании окско-серпуховских отложений был получен приток воды хлоридно-кальциевого состава с удельным весом 1,569 г/см³. Дебит воды составил 1,163 м³/сут. Общая минерализация воды 229,52 г/л, коэффициент сульфатности 0,28. Вода содержит 490 мг/л брома, 120 мг/л аммония.

Воды башкирских отложений представляют хлоридно-натриево-кальциевые рассолы с минерализацией 240-260 г/л. В некоторых скважинах получены более высокоминерализованные рассолы. Коэффициент сульфатности башкирских вод обычно не превышает 0,5 и варьирует от 0,05

до 0,35. Содержание брома обычно 400-600 мг/л, йода — 6-12 мг/л. Водорастворенный газ содержит 5,6-12,6% метана, 1,2-2,5% этана и всего 0,1-1,1% более тяжелых углеводородов.

Верейский карбонатный водоносный комплекс изучен недостаточно. Водоносные пласты представлены органогенно-обломочными, органогенными, иногда оолитовыми известняками, которые местами обладают трещиноватостью и кавернозностью. Пласты разобщены плотными аргиллитами. Водоносные горизонты гидродинамически обычно связаны, но известны случаи, когда в пределах одного локального поднятия они гидродинамически изолированы друг от друга. Верхний водоупор представлен верхневейскими плотными разностями аргиллитов с прослоями мергелей. Нижний водоупор сложен пачкой плотных аргиллитов.

Исследование водоносности верейского комплекса проводилось на разных площадях, в том числе и на Ижевской. Обычно дебиты воды из скважин даже при значительных (1000-1200 м) снижениях динамических уровней не превышают 20-22 м³/сут. Однако плюсово-статические уровни свидетельствуют о высокой напорности вод верейского гидродинамического бассейна. Все это говорит о довольно низких коллекторских свойствах водовмещающих пластов.

Воды верейского комплекса представлены высокоминерализованными рассолами с удельным весом от 1,150 до 1,181 г/см³. Общая минерализация рассола составляет 250-185%. Среди минеральных компонентов преобладают ионы хлора и натрия. Содержание сульфат-иона 288-831 мг/л, аммония 15-189 мг/л. Для верейских вод характерно повышенное содержание йода, обычно 12-18 мг/л. Содержание брома в водах варьирует от 436 до 761 мг/л. Верейские воды почти не содержат сероводорода.

Каширско-гжельский карбонатный водоносный комплекс содержит несколько водоносных горизонтов, имеющих сравнительно хорошие коллекторские свойства.

Горизонты представлены органогенно-обломочными и органогенными известняками, доломитами, которые нередко обладают повышенной трещиноватостью и кавернозностью. Водоносные пласты разобщены сравнительно плотными глинистыми карбонатами. Верхний водоупор представлен карбонатно-сульфатными нижнепермскими отложениями. Водоносность комплекса испытана на Яганской и других площадях. Притоки воды обычно невысокие.

Удельный вес воды – от 1,14 до 1,165 г/см³, минерализация 220-272 г/л, содержание йода 8-15 мг/л, брома — 400-800 мг/л, бора — 200-400 мг/л, аммония — 100-250 мг/л. По сравнению с нижележащими отложениями для вод данного комплекса характерны повышенные концентрации бора и аммония. Значения коэффициента сульфатности колеблются в пределах 0,23-0,56.

В целом пластовые воды данного комплекса, несмотря на свой в основном благоприятный состав, содержат сероводород (до 172,17 мг/л в скважине 4 - Яган).

Нижнепермский карбонатно-сульфатный водоносный комплекс в пределах рассматриваемой территории изучены весьма слабо. По результатам опробования единичных объектов минерализация вод колеблется в пределах 98-185 г/л, коэффициент сульфатности, как правило, больше 1,0.

Минерализация вод зависит от активности водообмена и, как правило, увеличивается с глубиной залегания вмещающих пород. Наиболее высокоминерализованные воды развиты на территории Верхнекамской впадины (Ижевская, Бурановская, Гремихинская и другие площади). По составу воды относятся к хлоридно-натриево-кальциевым рассолам с минерализацией 213-271 г/л. Содержание основных микрокомпонентов колеблется в следующих пределах: йода — 8,9-15 мг/л, брома — 311-808 мг/л, бора — 213— 642 мг/л. Коэффициент сульфатности 0,25-0,63 [Геология, 1976; Савельев, 2003].

Вышеележащие водоносные комплексы отличаются слабой водоносностью, более подробно они описаны в разделе 3.5.

Полезные ископаемые

Полезные ископаемые в пределах г. Ижевска и его окрестностях представлены стройматериалами, торфом, лечебными водами и глинами, а также нефтью.

К четвертичным делювиальным суглинкам приурочены месторождения кирпично-черепичного и керамзитового сырья. **Глинистое сырье** включает легкоплавкие глины и суглинки, используемые в основном для получения кирпича, керамзита и черепицы. Это месторождения и проявления: Ижевское, Малиновское, Трудовая Пчела, Шудья, Чемошурское, Опытная Станция и др.

Почти повсеместно имеются **пески и песчаники**. Пески различного качества, пригодные для разных практических целей, приурочены к эоловым песчаным покровам и речным долинам, образуя в целом значительные скопления. По свойствам к ним нередко близки коренные рыхлые песчаники. Все разновидности песков могут быть использованы как строительный материал. К уржумским

песчаникам приурочены месторождения Ижевское и Люллинское, а также несколько проявлений (Металлургов, Пятилетка, Малая Венья), сырье которых пригодно на бут и для дорожного строительства.

Песчано-гравийная смесь (ПГС), это небольшие скопления глинистых песчано-гравийных элювиально-делювиальных отложений, приуроченные к пугам (изолированным холмам). Галька и гравий используются для строительства железнодорожных насыпей и шоссе, при изготовлении бетона в качестве наполнителя. Пуговые проявления ПГС, пригодной для дорожного строительства, имеются к юго-западу (Александровское) и к северу (Староигерманское) от города [Сергеев, 2010].

В окрестностях Ижевска и даже в пределах города известно множество месторождений и проявлений **торфа** (низинного типа) пойменно-болотных осадков современного звена. Низинный торф имеет очень высокую зольность и низкую калорийность, поэтому используется в качестве удобрения. Наиболее крупные месторождения приурочены к пойме р. Позимь – Люллинское и Позимь. Значительно меньшие – Пойма р. Иж II и III, Старковка и др. Торф этих участков может использоваться как топливо, удобрение и лечебные грязи.

Ближайшими к Ижевску месторождениями **нефти** являются Мещеряковское, в 8 км к югу от города, и южнее – Ижевское (северный участок). Нефть приурочена к карбонатным отложениям нижнего (турне) и среднего карбона [Геология..., 1976].

Карбоновая нефть высокопарафинистая, сернистая, содержит мало легких фракций (до 15%), поэтому отличается значительным удельным весом, приближающийся к удельному весу воды. Вследствие худшего качества в основном применяется для производства ГСМ (мазута).

1.2. Рельеф и современные экзогенные процессы

Общая характеристика рельефа

Формирование рельефа города происходит под постоянным воздействием мероприятий, направленных на благоустройство территории, которые приводят в основном к уничтожению микро- и мезоформ рельефа, переводу отдельных форм (особенно отрицательных) в погребенное состояние, созданию новых форм техногенного рельефа и общему сглаживанию (нивелировке) поверхности. С преобразованиями рельефа на территории городов нередко связана активизация ряда экзогенных и эндогенных процессов, происходит изменение поверхностного и подземного стока, соотношения темпов денудации и аккумуляции. Таким образом, на урбанизированных территориях формируется **новая поверхность**, которая по-другому управляет поступающей энергией, обеспечивая возникновение новых микроклиматических, геохимических, геофизических и гидрогеологических условий развития экзогенных геоморфологических (геологических) процессов (ЭГП) [Антропогенная геоморфология, 2013].

Территория города Ижевска располагается на стыке трех орографических элементов востока Русской равнины: Центрально-Удмуртской депрессии, Можгинской и Сарапульской возвышенностей. Фокусом стяжения этих элементов в единый орографический узел является долина реки Иж и ее левый приток Позимь. Эту территорию по характеру строения рельефа можно подразделить на три крупных геоморфологических района: 1) Левобережный; 2) Ижевский, или Низинный; 3) Правобережный [Илларионов, 1998].

Приведем краткое описание орографических особенностей рельефа города, согласно выделенных геоморфологических районов по А.Г. Илларионову [Илларионов, 1998].

В пределах **Левобережного района** с севера на юг выделяются 8 геоморфологических подрайонов. Самый северный – *Игерманский подрайон* расположен между окружной дорогой, идущей через населенные пункты Хохряки – Орловское – Нагорный дом инвалидов и руслом реки Пазелинка. Рельеф здесь представлен фрагментами «нижнего плато», сохранившимися в виде останцовых холмов [Дедков и др., 1974]. Относительное превышение выпуклых вершин этих холмов над Ижевским прудом и руслом р. Пазелинка составляет 75 – 90 м. Склоны, отделяющие вершины холмов от днищ речных долин, имеют ширину от 1,5 до 4,0 км и расчленены долинами мелких водотоков. Местами склоны приобретают ступенчатый характер строения, обусловленный наличием выположенных поверхностей плейстоценовой перигляциальной планации на абсолютных (абс.) отметках 140 – 160 м или структурных террас на абс. отметках 110 – 130 м.

Второй геоморфологический подрайон – *Пазелинский*, располагается южнее описанного и занимает левобережную часть р. Пазелинка. В геоморфологическом отношении он включает в себя

южный пологий склон долины р. Пазелинка и структурную террасу, хорошо выраженную в среднем и верхнем течении реки. В самой восточной части в подрайон входит небольшой участок поверхности плейстоценовой перигляциальной планации. Поверхность структурной террасы постепенно сливается с нижней, выположенной частью склона и с террасами р. Пазелинка, и поэтому воспринимается обычно как обширное дно долины.

К югу от долины р. Пазелинка, между Ижевским прудом и р. Подборенка, располагается *Колтоминский* геоморфологический подрайон. Название подрайона заимствовано от горы «Колтома», представляющей собой небольшой холм, - останец поверхности «нижнего плато». Вершина холма в районе телецентра имеет абс. отметку 192 м. Над поверхностью пруда она возвышается на 94 м. Основанием холма служит поверхность плейстоценовой перигляциальной планации с абс. отметками 140 – 160 м. Междуречное пространство между прудом и долиной Подборенки представлено этой поверхностью.

Следующий – *Центральный* – геоморфологический подрайон, ограничивается хорошо выраженными естественными рубежами: на западе – р. Подборенка, набережной пруда до головной плотины; на юго-западе и юге – подошвой коренных склонов долин рек Иж и Позимь; на востоке – р. Карлутка до выхода к ул. Удмуртской у бывшего подшипникового завода, далее по ул. Удмуртской и Славянскому шоссе на Пазелы до границы Пазелинского подрайона. Преобладающими в рельефе являются абс. отметки 140 – 160 м. На поверхности плейстоценовой перигляциальной планации сохранились сильно сглаженные выпуклые холмы – останцы «нижнего плато» с абс. отметками до 180 м. Относительное превышение их вершин над нижележащей поверхностью составляет 20 – 40 м. Наличие останцовых холмов создает впечатление расположенности старой части города на холмах.

Небольшой по площади *Буммашевский* геоморфологический подрайон располагается к северо-востоку от Центрального, между ул. Удмуртской – на западе, ул. 9-е Января – на востоке и ул. 10 лет Октября – на юге. На севере он стыкуется с Пазелинским подрайоном. Рельеф подрайона в целом плоский с преобладающими абс. отметками около 160 м.

К востоку от Буммашевского подрайона, вдоль Воткинского шоссе располагается *Индустриальный* геоморфологический подрайон. На восток он простирается до русла р. Вожойка, включая пос. Смирново. Южной границей является р. Старковка до д. Старки, далее к западу – производственные корпуса автозавода. Наиболее высокая часть данной территории располагается чуть восточнее поворота с Воткинской автомагистрали на д. Хохряки. Здесь находится сильно сниженный останец «низкого плато» с абс. отметкой 170,8 м. Преобладающим в рельефе является поверхность плейстоценовой перигляциальной планации с абс. отметками 140 – 160 м.

К югу от Буммашевского и западной части Индустриального геоморфологического подрайона располагается *Восточный* геоморфологический подрайон. Его западной границей является русло р. Карлутка (до пересечения с железной дорогой Ижевск – Воткинск), южной границей – линия этой дороги, а восточной – линия городской черты по генплану. По рельефу подрайон представляет наиболее высокую часть города. Здесь сохранился значительный по размерам останец «нижнего плато». Останец четко прослеживается от места пересечения ул. Ленина с ул. Бабушкина (западнее профилактория «Сосновый») и тянется на север, субпараллельно ул. 40 лет Победы, почти до ул. Ворошилова. Вершину холма занимают садовые участки и искусственные посадки сосны. Абс. отметки слабо выпуклой поверхности останца составляют 180 – 200 м. Наивысшая точка описываемого геоморфологического подрайона и всего города – 208,6 м находится в садовом массиве, в 1,75 км на север от профилактория «Сосновый» и в 0,5 км на юг от ул. 10-лет Октября. Поверхность плейстоценовой перигляциальной планации с абс. отметками 140 – 160 м наиболее хорошо представлена в южной части описываемого подрайона.

Следующий подрайон левобережного геоморфологического района – *Люллинский*. Основная часть этой территории представлена левым коренным склоном долины р. Позимь, расчлененными долинами небольших водотоков (Люлинка и др.) и многочисленными плейстоценовыми балками. Пологие, широкие (от 0,5 до 1,5 км) склоны прилегают к поверхности плейстоценовой перигляциальной планации, возвышающейся над поймой р. Позимь на 60 – 70 м, в юго-восточной части подрайона – к останцу «нижнего плато» с абс. отметкой 199,6 м. Относительное превышение вершины останца над поймой р. Позимь составляет около 100 м.

Ижевский, или Низинный геоморфологический район представляет собой долины р. Иж от устья р. Вожойка до устья р. Сепыч и днище долины р. Позимь в ее приустьевой части. Значительную часть территории этого геоморфологического района занимает Ижевский пруд. Здесь выделяются три геоморфологических подрайона.

На севере района, южнее от д. Вожойка до пос. Вараксино, вдоль изрезанной береговой линии Ижевского пруда располагается *Воложский* подрайон. Рельеф представлен здесь поверхностями первой и второй надпойменных террас р. Иж с абс. отметками 100 – 110 м. Доминируют гидроморфные ландшафты, существенно заболоченные. Большая часть территории залесена.

К югу от пос. Вараксино, начинаясь от шлакоотвалов, располагается *Заводской* подрайон. Его границами являются: в северной части береговая линия пруда, с запада и востока подошвы коренных склонов долины р. Иж, протягивающиеся на юг, соответственно, до соединения Кировской железной дороги с Воткинской и до окраины сплошной жилой застройки. Рельеф представлен террасами р. Иж. Абс. отметки нижних террас составляют 90 – 100 м, высоких (второй и третьей) – 120 – 140 м. Описываемый подрайон – наиболее низкий в застроенной части городской территории.

Следующий подрайон Низинного геоморфологического района – *Станционный*. Он занимает самую южную часть дна долины р. Иж в границах Ижевска и дно долины р. Позимь в ее приустьевой части. Морфологически эта территория представляет собой равнину плоско-ступенчатого строения, состоящую из разновысотных уровней пойменных и надпойменных террас. Абс. отметки их составляют соответственно 87 – 92 и 95 – 100 м.

Правобережный геоморфологический район по характеру строения рельефа, степени селитебной освоенности территории подразделяется на шесть геоморфологических подрайонов.

Самый северный из них – *Вараксинский*, занимает поверхность плейстоценовой перигляциальной планации и ее склон, обращенный в сторону Ижевского пруда между населенными пунктами Трудчела и Вараксино. Абс. отметки поверхности составляют 130 – 150 м. Склон шириной от 0,3 до 0,7 км имеет относительную высоту над гладью пруда 30 – 50 м. Степень селитебной освоенности территории низкая, значительная часть территории залесена.

Более высокую степень селитебной освоенности имеет следующий – *Запрудный* подрайон. Он занимает территорию, вытянутую в юго-восточном направлении, субпараллельно Ижевскому пруду, начиная от Малиновой Горы до ул. Александровской. Западная граница проведена условно по водораздельной линии между бассейном р. Пироговка и бассейном Ижевского пруда. Рельеф здесь представлен тремя геоморфологическими элементами: фрагментами «нижнего плато», сохранившимися в виде останцовых холмов на абс. высотах 180 – 182 м; поверхностью плейстоценовой перигляциальной планации на абс. высотах 130 – 150 м и их склонами. По площади доминирующее положение занимают склоны. Ширина их колеблется от 0,25 до 1,5 км, относительная высота – от 20 до 50 м. Склон расчленен значительным количеством плейстоценовых балок и долинами малых водотоков.

Селитебно полностью освоенным является *Заречный* геоморфологический подрайон. Территория подрайона представляет собой полосу шириной 1,5 – 2,0 км, протягивающуюся параллельно подошве правого коренного склона долины р. Иж от ул. Александровской до с. Пирогово. Выше коренного склона долины р. Иж располагается поверхность плейстоценовой перигляциальной планации с абс. отметками 140 – 160 м. Наиболее высокие части этой поверхности представлены вершинами небольших останцовых холмов с относительной высотой над окружающей местностью 5 – 7, реже 10 м. Пологий коренной склон долины Ижа возвышается над днищем реки на 30 – 50 м.

По левую сторону от р. Пироговка от ее притока Лемшурка до с. Пирогово располагается *Александровский* геоморфологический подрайон. Территория подрайона занимает полосу шириной около 2,0 км вдоль русла р. Пироговка. Она представлена левым коренным склоном долины р. Пироговка. Ширина склона 1,5 – 2,0 км и относительная высота над поймой реки 50 – 70 м. Склон расчленен густой сетью (в среднем через 1 – 1,5 км) плейстоценовых балок. На межбалочных пространствах сохранились небольшие фрагменты поверхности плейстоценовой перигляциальной планации, а по гребню водораздела – небольшие холмы, представляющие собой останцы поверхности «нижнего плато». Вершины холмов, как уже отмечалось выше, имеют абс. отметки 180 – 182 м, над поймой р. Пироговка они возвышаются до 80 м.

Территория *Лемшурского* геоморфологического подрайона морфологически представлена небольшими останцами поверхности «нижнего плато», сохранившимися на абс. высотах 170 – 180 м, поверхностью плейстоценовой перигляциальной планации и левым коренным склоном долины р. Пироговка и склонами долины р. Лемшурка. По отношению к поверхностям выровненных плакорных участков (перигляциальной планации и нижнего плато) днища речных долин врезаны на глубину соответственно 40 – 50 и 70 – 80 м.

Селитебно слабо освоенными являются и земли последнего – *Чекерилковского* геоморфологического подрайона. Эта полоса земель шириной около 2,0 км, расположенных на

правом коренном склоне долины р. Пироговка и на прилегающей к склону поверхности плейстоценовой перигляциальной планации. На южной границе подрайона, напротив устья р. Лемшурка, сохранился небольшой останцовый холм – фрагмент поверхности «нижнего плато». Холм размером 1,5х1,0 км имеет четкое морфологическое обособление. Его вершина – гора Чекерил имела абс. отметку 201,4 м и возвышалась над поверхностью плейстоценовой перигляциальной планации на 40 – 50 м, а над поймой р. Пироговка – на 100 м. При строительстве здесь горно-лыжной спортивной базы дорожники создали курган, куда было завезено около 2,5 млн. куб. м грунта, в результате чего высота горы искусственно была поднята еще почти на 40 м (см. Известия Удмуртской Республики, № 99 (3787) от 06. 09. 2011 г.). Таким образом, гора Чекерил оказалась самой высокой точкой территории Ижевска и его окрестностей (рис.1.2.1).



Рис. 1.2.1. Искусственно созданный курган над горой Чекерил стал высшей точкой города Ижевска и его окрестностей [[http:// www.chekeril.ru/fotogalereya](http://www.chekeril.ru/fotogalereya)]

Влияние рельефа земной поверхности на жизнь города чрезвычайно велико. Рельеф (абсолютные отметки, уклон, экспозиция, расчлененность) существенно влияет на микроклиматические условия: формирование острова тепла над городом, загрязнение приземного слоя атмосферы, инсоляцию, ветровой режим, почвенный и растительный покров [Город-экосистема, 1997]. Исследования показали [Лихачева, 2015], что места, избираемые человеком для строительства городов, - это территории не только с особыми геоморфологическими условиями, но и особыми геохимическими и геофизическими свойствами: сейсмическими, электрическими, тепловыми, магнитными. Изменения рельефа (техногенез) приводят и к формированию новых техногенных физических полей. Эти изменения часто негативно воздействуют на здоровье человека, что побуждает его к новым изменениям и рельефа, и природы в целом.

Современные экзогенные процессы

Сильно расчлененный рельеф города, с одной стороны, обеспечивает хорошие условия дренажа поверхностных и подземных вод, но с другой стороны, он таит в себе и определенные опасности для жизни людей вследствие высокой энергии различных экзогенных геоморфологических (геологических) процессов (ЭГП), проявляющихся на его поверхности. К ним относятся: эрозионные, русловые и оползневые процессы, суффозия, крип, подтопление и заболачивание.

Развитие опасных экзогенных процессов часто сопровождается человеческими жертвами и огромными разрушениями. Суммарный ежегодный ущерб от оползней, селей, обвалов в России по экспертным оценкам составляет не менее 1 млрд. долларов в год. Большие убытки от оползней испытывают и многие зарубежные страны. Ежегодный ущерб от оползней в США составляет 2 – 2,5, Японии – 1,5, Италии – 1,1 млрд. долларов [Опасные..., 1999].

Относительно менее опасными, в основном из-за меньших объемов и скоростей одновременного перемещения масс горных пород и воды, являются процессы почвенной и овражной

эрозии, переработки берегов водохранилищ и морей, набухания и просадки грунтов. Эти процессы, как правило, не приводят к гибели людей, но экономические потери от их развития часто сопоставимы с наиболее катастрофическими природными явлениями. В отдельные годы ущерб от развития этих процессов достигает 8 – 9 млрд. долларов. Ежегодно с пахотных склонов на территории России сносится и необратимо теряется 0,56 млрд. т наиболее плодородной части почвенного покрова. Суммарный ежегодный прирост длины овражной сети составляет в среднем 20 тыс. км [Опасные..., 1999].

Проблема изучения особенностей развития ЭГП на территориях городов в настоящее время стоит наиболее остро, о чем свидетельствует большое количество публикаций, затрагивающих данную тематику. При многообразии подходов и путей решения подобных проблем, очевидна необходимость оценки состояния геолого-геоморфологической среды городов и интенсивности развития опасных ЭГП. На территории г. Ижевска такие экзогенные процессы, как суффозионные, эрозионные, подтопление, заболачивание и др., получили развитие и местами представляют серьезную опасность для жизнедеятельности населения.

Под экзогенными геолого-геоморфологическими процессами понимается многообразие геолого-геоморфологических процессов, которые происходят в приповерхностных частях литосферы преимущественно под воздействием внешних факторов, хотя эндогенные факторы в развитии этих процессов тоже играют большую роль [Дедков и др., 1977.]

Одна из первых классификаций ЭГП была предложена Ф.П. Саваренским в 1937 г. (табл.1.2.1). Подразделение процессов на категории производилось по факторам их возникновения и развития, т.е. была основана на генетическом подходе. Для своего времени предложенная классификация была несомненным достижением и в какой-то степени не потеряла своего значения и теперь, хотя и является недостаточно полной и выдержанной в генетическом отношении.

Таблица 1.2.1

Классификация экзогенных геологических процессов (по Ф.П. Саваренскому, 1937)

Категория процессов (явлений)	Вид процессов (явлений)
Явления, связанные с деятельностью поверхностных вод (морей, озер, рек, каналов)	1. Подмыв берегов и их обрушение (морская и речная абразия) 2. Размыв склонов (овраги) 3. Сели (муры)
Явления, связанные с деятельностью поверхностных и подземных вод	4. Болота 5. Просадки 6. Карст
Явления, связанные с деятельностью подземных и поверхностных вод на склонах	7. Оползни
Явления, связанные с деятельностью подземных вод	8. Суффозия 9. Плывуны
Явления, связанные с деятельностью ветра	10. Развевание
Явления, связанные с промерзанием и оттаиванием грунта	11. Промерзание почвы и пучинистость 12. Вечная мерзлота и ее проявления
Явления, связанные с внутренними силами в горных породах	13. Осадки, сжатие и разбухание
Явления, связанные с внутренними силами Земли	14. Сейсмические
Явления, связанные с деятельностью человека	15. Поверхностные и подземные деформации при проходке искусственных подземных и глубоких выработок

В дальнейшем известными советскими учеными и инженерами-геологами на генетической основе были предложены различные модификации общей классификации ЭГП. К ним можно отнести классификации П.Н. Панюкова, И.В. Попова, В.Д. Ломтадзе, Г.К. Бондарика, Г.С. Золотарева, А.И. Шеко и других [Опасные..., 1999].

Наиболее полную классификацию с учетом системного подхода к изучению ЭГП в 1978 году предложил А.И. Шеко, выделив несколько иерархических уровней: группы, классы, типы и виды, предусматривая выделение разновидностей ЭГП. Группы объединяют процессы по признаку обязательного и достаточного условия, без которых невозможно развитие ЭГП данной генетической группы. В основе их разделения учитывается влияние климатических и биологических факторов, силы тяжести, поверхностных и подземных вод, действия ветра, промерзания и оттаивания горных

пород и выработки подземного пространства. Он разделил классы по механизму воздействия основных агентов (условий), типы – по формам проявления ЭГП, а виды по специфическим особенностям проявления процессов [Опасные..., 1999].

Каждый экзогенный процесс приводит к образованию соответствующего типа отложений. Следовательно, необходимо различать процесс, включая факторы, его обуславливающие, и результат как явление в виде соответствующих новообразованных пород и элементов рельефа.

Антропогенные (техногенные) ЭГП на территориях городов имеют свои особенности, во многом обусловленные видом техногенного влияния на среду и его интенсивностью. Они, как и природные, имеют свой возраст, время проявления и существования. Формы проявления различны, причем отчетливость их во многом зависит от длительности и интенсивности техногенной нагрузки на среду. Учитывая выше сказанное, процессы и явления, развивающиеся на территории городов и в частности г. Ижевске, можно классифицировать следующим образом (табл.1.2.2).

Таблица 1.2.2

Систематика экзогенных процессов на территории г. Ижевска (по А.И. Шеко, 1994 с дополнениями авторов) [Опасные..., 1999]

Группа	Класс	Вид	Искусственные факторы, вызывающие процессы и явления и способствующие их развитию
1. Антропогенный литогенез	1.Наземный (субаэральный) литогенез	1.Стихийное накопление антропогенных отложений на поверхности Земли	Существование города и связанное с ним накопление строительных, промышленных, горных и хозяйственно-бытовых отходов
	2.Подземный (субтерральный) литогенез	2.Регулируемое накопление насыпных антропогенных отложений на поверхности Земли 3.Искусственный намыв грунтов 4.Привнос в грунтовые массивы инородных тел, конструкций и сооружений	Устройство земляных сооружений (строительных, дорожных насыпей, дамб и т.д.), грунтовые отвалы из выработок, складирование производственных отходов Закладка и тампонаж подземных выработок. Накопление остатков фундаментов, свай, дренажей и т.д.
2.Геотермические процессы и явления	3.Вызванные замерзанием грунтов и подземных вод 4.Вызванные протаиванием мерзлых грунтов и льдов	5.Морозное пучение 6.Морозное выветривание 7.Солифлюкция	Спуск в грунт горячих и теплых сточных вод
3.Процессы и явления, вызванные изменением режима подземных вод, обводненности и влажности грунтов	5.Вызванные понижением уровня подземных вод и осушением грунтов	8.Образование депрессий подземных вод 9.Гидростатическое обжатие грунтов и оседание поверхности 10.Дегидратационно-транспирационное оседание поверхности 11.Деструкционное проседание поверхности	Осушение грунтов средствами технической мелиорации Откачки подземных вод при строительстве и производстве горных работ Уменьшение инфильтрации атмосферных осадков, вызванное застройкой территории, применением водонепроницаемых покрытий и пр.
	6.Вызванные повышением уровня подземных вод, обводнением и увлажнением грунтов	12.Появление новых водоносных горизонтов, верховодки 13.Подтопление территории, затопление	Инфильтрация воды из искусственных водоемов Уничтожение естественных дренажей, спуск сточных вод

	7. Вызванные изменением фильтрационно-гидродинамического режима	подвалов и выработок 14. Заболачивание (за счет грунтовых вод) 15. Просадки лессовых грунтов 16. Развитие склоновых процессов (оползней, оплывин и т.д.) 17. Антропогенная механическая суффозия 18. Прорыв подземных вод и плывунов в выработки 19. Суффозионно-механическое проседание поверхности и провалы 20. Суффозионные и гидродинамические оползни	Утечки воды из подземных сетей и резервуаров Напорная фильтрация из искусственных источников и т.д. Откачки подземных вод Образование градиентов напоров и фильтрации при устройстве подземных и поверхностных выработок и возникновение депрессий
4. Процессы и явления, вызванные изменением напряженного состояния массива грунтов	8. Геостатические (вызванные статическими нагрузками) 9. Вызванные вскрытием массива грунтов открытыми выработками	21. Гравитационное сжатие грунтов и оседание поверхности 22. Гравитационные оползни и обвалы 23. Сдвиговые явления в откосах выемок (оползни, обвалы, осыпи и т.д.) 24. Эрозионный размыв откосов	Давление веса зданий, сооружений и пр. Нагрузки, превышающие сопротивление грунтов сжатию и сдвигу в основании зданий и сооружений
5. Процессы и явления, вызванные изменением поверхностной гидросферы	10. Вызванные созданием антропогенной гидрографической сети (водохранилищ, каналов, озер, прудов, болот) 11. Вызванные нарушением естественного стока атмосферных вод	25. Затопление, подтопление и заболачивание местности 26. Переработка берегов 27. Береговые оползни и обвалы 28. Антропогенная эрозия (овраги, рытвины, промоины и др.) 29. Заболачивание (за счет поверхностных вод)	Подпор рек и ручьев плотинами, создание каналов, прудов и озер Ветровые и судовые волны и течения Дефекты вертикальной планировки местности и регулирования стока поверхностных вод Сброс снега и вод в овраги, балки, на склоны и откосы

Одной из главных причин возникновения и развития ЭГП на территории городов является хозяйственная деятельность. В первую очередь это строительные работы – прокладка подземных коммуникаций, автодорог и тротуаров, с нарушением почвенного покрова и регламента обратной засыпки траншей и котлованов. Часто при строительных работах «экономят» на формировании подушек в основании фундаментов и асфальтовых покрытий. При этом создаются условия для концентрации стока, приводящего к разрушению почвогрунтов. Трансформации подвергается микрорельеф и поверхностный слой (около 2 - 6 м) геологических отложений. В практике это часто приводит к разрушению структуры геосистем локального уровня. При этом мезорельеф и залегающие под сравнительно маломощным слоем техногенных отложений грунты сохраняют естественные свойства. Они нарушаются лишь на ограниченных по площади участках, там, где проводились земляные работы [Золотарев, 1983].

Значительная часть города поражена суффозионными процессами, воздействие которых проявляется в развитии характерных поверхностных форм. Особенно интенсивно они развиваются в техногенных грунтах под асфальтовым покрытием, где скорости и последствия их развития усиливаются статическими и динамическими нагрузками, и реже в аллювиальных отложениях.

Глубина зарождения суффозионных процессов определяется в основном глубиной подземных вод (верховодки, техногенных и природных грунтовых вод), литологическим составом грунтов и их физико-механическими и фильтрационными свойствами.

По обобщенной схеме процесс развивается обычно следующим образом. Локальное усиление дренажа подземных вод часто сопровождается процессами механического разрушения, механическим и гидромеханическим изъятием грунта. Перераспределение напряженности в системе приводит к дисбалансу, который компенсируется проседанием или обрушением вышележащих слоев грунта.

Локальное понижение уровня подземных вод происходит, как правило, под действием техногенных факторов. Причиной его может являться проходка глубоких траншей и тоннелей для подземных коммуникаций, извлечение больших объемов грунта из котлованов и карьеров, подземный дренаж вод негерметичными трубами водоводов и коллекторов, длительные откачки из скважин и т.д. Также определенное влияние на динамику суффозионных процессов оказывают колебания (сезонные, суточные) уровня подземных вод, подтопление, затопление и другие изменения гидродинамических условий. Наибольшую опасность в этой связи представляют дренаж и утечки из подземных коммуникаций. Опасность эта заключается в резком скачкообразном изменении гидродинамических условий в грунтах, повышающем скорости фильтрации подземных вод и, следовательно, их разрушающую способность. При цикличной смене утечек вод и дренажа создаются особые условия неустойчивости массива. В данном случае он находится в состоянии постоянного дисбаланса напряжений, не успевая его компенсировать. Особенно неустойчивы насыпные грунты, и большая часть поверхностных деформаций приурочена именно к ним. Их нестабильность обуславливается неоднородностью по гранулометрическому и литологическому составу и недостаточной уплотненностью. Эти их специфические особенности в значительной мере способствуют механическому разуплотнению и выносу частиц грунта, повышая тем самым водопроницаемость и скорости фильтрации воды.

Основной тип деформаций связан с развитием суффозии дренажного типа. Они развиваются в результате локального понижения уровня грунтовых вод и сопутствующего ему компенсационного прогибания поверхности, без непосредственного выноса частиц грунта из толщи. Главную роль здесь играют литологические особенности грунтов и техногенные нарушения гидрогеологического баланса участка. Причем причиной понижения уровня грунтовых вод, как правило, является экранирование зоны аэрации асфальтовым покрытием или сооружением. Деформации, сопутствующие такому процессу, проявляются на поверхности в виде вмятин, ложбин и своеобразных котловин относительно небольшой глубины.

Еще один вид - проявления суффозии, приуроченные к канализационным колодцам. Механизм их возникновения, развития и поверхностные формы проявления имеют свои особенности. Во-первых, колодцы, как правило, не герметичны и в силу того являются дренами для поверхностных и приповерхностных вод. Во-вторых, насыпные грунты в прилегающей зоне не уплотнены, а, следовательно, хорошо проницаемы и подвержены суффозионному выносу частиц, что создает благоприятные условия для развития деформаций (дренажно-денудационный тип). В-третьих, сплошность асфальтового покрытия нередко нарушается на начальной стадии, вследствие уплотнения насыпных грунтов и компенсационного прогибания асфальта, после чего создаются условия для дренажа поверхностных вод, что в свою очередь усиливает интенсивность выноса.

Поверхностные формы проявления провалов такого типа обычно менее значительны в плане, чем по глубине. Характерные формы деформаций колодцев в процессе обследования городских территорий были зафиксированы в 2016 году на улице Гагарина [Юминов, Рысин, 2017].

По обобщенной схеме процесс развивается обычно следующим образом. Локальное усиление дренажа подземных вод часто сопровождается процессами механического разрушения, механическим и гидромеханическим изъятием грунта. Перераспределение напряженности в системе приводит к дисбалансу, который компенсируется проседанием или обрушением вышележащих слоев грунта.

Особенно неустойчивы насыпные грунты, и большая часть поверхностных деформаций приурочена именно к ним. Их нестабильность обуславливается неоднородностью по гранулометрическому и литологическому составу и недостаточной уплотненностью. Эти их специфические особенности в значительной мере способствуют механическому разуплотнению и выносу частиц грунта, повышая тем самым водопроницаемость и скорости фильтрации воды.

Сильно проявляются на территории городов и суффозионно-просадочные явления. Просадочными свойствами на территории г. Ижевска обладают верхнечетвертичные аллювиальные и субаэральные отложения (супеси, суглинки) распространенные на значительной территории.

В городской среде причиной провалов грунта часто становятся утечки из водонесущих коммуникаций. Небольшие порывы иногда обнаруживаются только после провала грунта. Как

правило, подземные коммуникации часто прокладываются под асфальтовым покрытием автомобильных дорог и тротуаров, где опасность провалообразования повышается за счет постоянных нагрузок. А асфальт служит своеобразным панцирем, скрывающим полость вплоть до ее завершающей стадии развития (рис. 1.2.2).



Рис. 1.2.2. Проявление суффозии на одной из улиц Ленинского района (фото В.А. Юминова)

Подобные суффозионные провалы были зафиксированы в 2015 году на улицах Устиновского района в количестве 52 единиц. Последние маршрутные исследования в 2017 году на центральных улицах Ижевска выявили более 40 таких провалов (по 1 провалу на улицах Студенческая, Университетская, 50 лет Октября, Лихвинцева, Пушкинская, Красногеройская, Советская, 50 лет Пионерии и пер. Широкий; по 2 провала на улицах 50 лет ВЛКСМ, Удмуртская. Коммунаров. К. Маркса и М. Горького; 4 провала на ул. Холмогорова и 8 провалов на ул. Кирова).

Подтопление является одним из наиболее распространенных и ущербобразующих природно-техногенных процессов. За последние десятилетия подтопление городских территорий в России приняло практически повсеместный характер. Из 1064 городов России этот процесс развивается в 792, что составляет 74.4 %. Подтоплению подвержены такие крупные города России, как Москва, Астрахань, Санкт-Петербург, Иркутск, Нижний Новгород и др. Площади подтопленных территорий достигают 14 млн. га [Опасные..., 1999].

Под термином подтопление понимается направленный процесс подъема уровня грунтовых вод и увеличения влажности грунтов на застроенных территориях, обусловленный изменением водного баланса под влиянием комплекса техногенных факторов при соответствующих природных условиях.

Подтопление застроенных частей городских территорий следует считать типичным антропогенным процессом. Он возникает там, где в результате деятельности человека изменен баланс подземных вод в направлении уменьшения расходных и увеличения приходных составляющих, где нарушен режим подземных вод и влажностный режим зоны аэрации. Подтопление начинает зарождаться еще в процессе строительства города и вступает в зрелую фазу в процессе эксплуатации городских зданий и сооружений [Котлов, 1977].

При очевидности техногенного влияния на подтопление важную роль в развитии этого процесса играют и природные (естественные) факторы, создающие предпосылки для него. Основные природные факторы, влияющие на уровень грунтовых вод, обусловлены местными особенностями геологических, гидрогеологических, геоморфологических и климатических условий. Одним из самых важных факторов является геоморфологический, так как территория с интенсивной горизонтальной и вертикальной расчлененностью, даже при наличии в приповерхностной части разреза слабопроницаемых грунтов и значительном количестве осадков, хорошо дренирована и вероятность возникновения и развития на ней подтопления незначительна.

В г. Ижевске подтопление характерно в основном для Ленинского и Первомайского районов в весенний период, во время таяния снега и начала ледохода на реках. А также в летне-осенний период после сильных дождей. Территории, подтопленные в естественных условиях – приурочены к пойме рек Иж и Позимь.

Эрозионный рельеф формируется под действием временных (линейный и плоскостной смыв) и постоянных водотоков (сочетание боковой и глубинной эрозии). Следствием проявления деятельности эрозионных процессов является разнообразие форм овражно-балочной сети и речных долин в зависимости от стадии их развития. При этом значительное влияние приобретает характер и количество атмосферных осадков, уклон поверхности, что в конечном итоге определяет живую силу потока [Эрозионные..., 1984; География..., 2006; Литвин, 2002].

На городских территориях отмечается активизация поверхностно-склоновой денудации. Механический снос со строительных площадок нередко на порядок больше, чем с пахотных земель в окрестностях. Значительная часть городов обычно располагается на эрозионно опасных землях, не является исключением здесь и г. Ижевск. Скорость развития техногенной овражной эрозии на территории города тоже выше, чем в окрестностях. Вдоль коммуникаций идет так называемая подземная (тоннельная) эрозия. Одновременно идут процессы аккумуляции: естественное заиливание водоемов, формирование пляжей и отмелей, а также засыпка рек, ручьев, балок и оврагов. Ежегодно увеличивается мощность техногенных отложений и накапливаются сотни миллионов тонн различных промышленных и бытовых отходов.

Среди особенностей развития эрозионных процессов на территории Удмуртии выделяется сезонность их развития, обусловленная климатическими факторами. Наибольший процент прироста оврагов наблюдается в весенний период во время снеготаяния. При этом базисом эрозии для склоновых оврагов служит уровень поймы реки, затопляемой во время половодья. Этим обычно объясняется редкое развитие пойменных оврагов. На интенсивность оврагообразования оказывают влияние также различная экспозиция склонов, состав размываемых пород, характер распределения ветров и ряд гидролого-климатических особенностей [Рысин, 1998; Зайцева, Рысин, 2017; Рысин и др., 2017а]. В случае слабой закрепленности поверхности склонов растительностью свою роль играют также условия формирования и таяния снежного покрова. Если снеговой покров ложится на не промерзшую землю, то весной при постепенном его таянии сток и смыв могут быть незначительными [Рысин и др., 2017б].

Овраги затрудняют строительное освоение территории. Расчленив местность, они представляют угрозу для населенных пунктов, различных трубопроводов, дорожных и других инженерных сооружений [Григорьев, Рысин, 2017].

Нами выделяется несколько типов техногенных оврагов. На их образование и развитие воздействуют разные условия. Поэтому для каждого типа техногенных оврагов должен быть разработан свой комплекс мероприятий по противодействию не только развитию эрозионного процесса, но и его зарождению.

Техногенные *придорожные* овраги, несомненно, являются частью процессов, включающих плоскостную эрозию, оползневые и осыпные процессы. Несмотря на проведение противоэрозионных мероприятий, планирование которых начинается еще на стадии проектных работ, придорожные овраги в настоящее время являются наиболее многочисленным типом среди техногенных оврагов как на территории Удмуртии, так и в г. Ижевске [Григорьев, Рысин, 2017].

Выделяемые среди придорожных подтипы *водопропускных* и *кюветных* оврагов имеют свои особенности. Например, для водопропускных оврагов, развивающихся обычно по естественным понижениям рельефа, основной причиной активизации является концентрация стока в специально обустроенных переходах под дорожным полотном. Поэтому важнейшей задачей предотвращения появления водопропускных оврагов является гашение энергии водного потока.

Кюветные овраги развиваются вдоль дорожных насыпей. Основной причиной их активного роста является наличие незадернованных поверхностей в искусственно созданной кюветной выемке на склонах, имеющих значительную крутизну. Применение в качестве противоэрозионной защиты бетонных или асфальтовых лотков также не всегда помогает, а чаще всего и усиливает разрушающую энергию водного потока. При катастрофическом росте оврага разрушение может грозить и дорожной насыпи.

Техногенные овраги *промышленно-стокового* типа наблюдаются преимущественно ниже производственных площадок, где происходит накопление технических и атмосферных вод. Основной причиной их роста является прорыв или спуск накопившихся на большой площади водных масс вниз по склону. Очень часто слив технических вод происходит на нарушенные грунты, не имеющих

постоянного растительного покрова. Практически сразу возникает сеть микроручейков, через некоторое время перерастающая в сеть промоин, ниже по склону перерастающая в полноценный овраг. Основным путем решения этих проблем может быть обустройство сливных площадок устройствами рассеивания и гашения энергии водного потока. Даже если геоморфологические условия территории способствуют развитию эрозионных процессов, отсутствие сконцентрированного стока будет им препятствовать.

Селитебные и *урбаногенные* овраги имеют немало как отличий, так и сходных черт. Их главное отличие в местоположении – в сельском населенном пункте развивается овраг или в пределах городской застройки. Есть одна общая черта для данных типов оврагов – это постепенное превращение их в место свалки различных отходов – коммунально-бытовых и строительных. Отличительной особенностью урбаногенных оврагов от селитебных является относительно короткий период существования в активной фазе. Бюджеты городских служб несопоставимы с сельскими, поэтому при активном развитии урбаногенный овраг почти сразу засыпается и проводится комплекс противоэрозионных работ, чаще всего включающий обустройство бетонных лотков. Часто эрозионные процессы, доходящие даже до возникновения урбаногенных оврагов, возникают на нарушенных во время строительства землях (рис. 1.2.3). Основной причиной здесь является несоблюдение проектных рекомендаций и нарушение технологий благоустройства территорий.



Рис. 1.2.3. Урбаногенный овраг в Устиновском районе г. Ижевска, возникший во время интенсивных ливней 4 и 5 июля 2014 года (фото И.И. Григорьева)

На городских территориях в республике можно выделить еще один тип техногенных оврагов, это *урбоовраги*. В частности, на территории г. Ижевска *урбоовраги* представлены в Устиновском и Первомайском районах. Спальными жилыми кварталами прилегающая территория начала активно застраиваться в 70-80-е годы прошлого века и первоначально строительство обходило овраги стороной. Начиная с 1990-х годов стали чаще повторяться случаи воздействия на овраги в виде засыпки и строительства на этих площадках как жилых, так и нежилых построек. Примерами активного преобразования древних *урбооврагов* могут служить районы улиц Труда и Т. Барамзиной. В первом случае часть оврага была преобразована в рекреационную зону для прогулок и активного отдыха (катание на лыжах, тюбингах и т.п.), еще одна часть оврага была засыпана и в настоящее время идет активное строительство торгового центра. На ул. Т. Барамзиной, где часть древнего оврага также была засыпана и на данной площадке началось строительство 17-ти этажного жилого дома. Таким образом, с ростом населения и нехваткой площадей для строительства древняя овражная сеть на территории г. Ижевска начинает активно преобразовываться.

Использование овражно-балочных систем для рекреационных целей в настоящее время рассматривается во многих городах страны [Веретенникова и др., 2012; Ковалев, Любимов, 2005; Ковалев, 2001, 2017]. Если рекреационная составляющая способствует положительному взаимодействию человека и рельефа, то остается надеяться, что застройка и полное преобразование оврагов не вызовут негативных последствий в виде активизации эрозионных процессов. Несомненно,

при проектировании подобных работ и строительстве должны учитываться исследования геоморфологов, должен вестись постоянный технический надзор на период строительства с целью соблюдения соответствующих строительных норм и правил, осуществляться геодезический контроль возможных просадок построенных зданий и коммуникаций и мониторинг возможных проявлений овражной эрозии, суффозионных и оползневых процессов.

Несмотря на все многообразие противозерозионных методов, лучшими из них являются те, которые предотвращают появление эрозионных процессов, а не пытаются остановить рост уже существующих оврагов. Необходимым условием эффективности применения является их комплексное использование с учетом индивидуальных ландшафтных особенностей потенциально эрозионноопасных мест.

Гравитационные процессы. Под гравитационными склоновыми процессами понимают денудационно-аккумулятивные ЭПП на естественных склонах и искусственных откосах, проявляющиеся в виде смещенного грунтового материала на более низкие гипсометрические уровни под действием силы тяжести. Основными их генетическими видами являются оползни, обвалы, поверхностная и глубинная ползучесть (крип), осыпи, солифлюкция и некоторые другие.

Наиболее распространенным считается *крип*. Он имеет в основе вертикальные гидротермические движения грунта, которые обуславливаются колебаниями объема материала при фазовых переходах воды (криогенный крип), изменениях увлажненности (гидрогенный крип) и температуры (термогенный крип).

Интенсивность развития крипа обычно определяют по величине параллельного склону смещения реперов, заложенных в грунт, относительно каких-либо неподвижных точек (маркеров). Конечные результаты выражают либо линейной скоростью смещения реперов по всей глубине перемещающегося слоя почво-грунта либо объемом материала, прошедшего в единицу времени через единицу длины склона [Young, 1963]. Наиболее детальные исследования, проведенные по единой методике, относятся к Среднему Поволжью [Дедков, Дуглав, 1967; Дедков и др., 1977; Мозжерин, 1983]. Они показывают, что средняя скорость смещения материала на склонах крутизной 10-30° составляет здесь 1-2 мм/год. Такие же значения скорости были получены А. Янгом [Young, 1963] в Англии, П.Е. Дорошевым [Дорошев, 1972] в верховьях Дона и другими. Вычисление же скорости, исходя из амплитуды вертикальных гидротермических движений 50-75 мм, которая характерна для этой зоны, дает значения 10-25 мм/год, т.е. в 10 раз больше [Дедков и др., 1977].

Первые 8 шурфов для изучения крипа в Удмуртии нами были заложены в июне-июле 1984 года на правобережье р. Камы в окрестностях д. Поваренки Завьяловского района и около бывшей д. Паздеры Воткинского района. В июне 1985 года еще 4 шурфа были заложены в окрестностях д. Пужьегурт Шарканского района. В июле 1987 года здесь дополнительно было заложено еще 9 шурфов, кроме того, 4 новых шурфа появились и у бывшей д. Паздеры. Массовые вскрытия шурфов нами были проведены в июле 1992 года и в августе 2000 года. При этом в августе 2000 года дополнительно были заложены 3 шурфа на правом коренном склоне долины р. Чепцы близ с. Адам, 3 шурфа на левом склоне долины р. Сива близ д. Фертники и 3 шурфа – на правом склоне долины р. Камы у д. Галево Воткинского района. Поэтому в настоящее время общее количество заложенных шурфов для изучения крипа в Удмуртии составляет 34 [Рысин, 2003; Выгодчиков, Рысин, 2006].

Предварительный анализ полученных данных показывает, что максимальные скорости горизонтального смещения почвенно-грунтовых масс относятся к короткому (пятилетнему) периоду (1984 - 1992 гг.), значения их составляет 2,3 - 4,0 мм/год. Эти величины характерны для верхнего 20 см слоя почвы, причем они зафиксированы на участке склона крутизной 25°, где отсутствует древесно-кустарниковая растительность.

Если рассматривать средние величины смещения за 13 летний период (1987 - 2000 гг.), то они в редких случаях достигают 1 мм/год, что еще раз подтверждает высказывание об их слабой рельефообразующей роли. В процессе весьма медленного течения происходит перенос отдельных частей деформирующегося тела, при этом на земной поверхности образуются трещины разрыва, формируется мелкобугристый рельеф, а на склонах, покрытых древесной растительностью, наблюдаются искривленные и разорванные трещинами деревья, так называемый «пьяный лес».

Полученные материалы пока не позволяют достаточно объективно оценить роль отдельных факторов, влияющих на интенсивность горизонтального смещения почвенно-грунтовых масс на склонах, поскольку имеющая выборка еще не вполне репрезентативна. Несмотря на незначительный рельефообразующий эффект, крип совместно с другими сопутствующими склоновыми процессами оказывает определенное влияние на техногенные объекты (трубопроводы, дорожное полотно, здания и др. сооружения). До сих пор остается слабо изученным развитие склоновых процессов и в

частности крипа в условиях урбанизированных территорий, постоянно действующей вибрации от транспортных средств и других техногенных факторов. Все эти вопросы удастся решить лишь при создании регулярных систематических наблюдений в рамках программы мониторинга экзогенных геологических процессов.

Еще более сложным является механизм *оползневого* процесса. Механизм этого процесса прежде всего предопределяется структурно-тектоническими условиями территории и литолого-петрографическими характеристиками слагающих ее пород. По их внутренним структурным особенностям все оползни разделяются на простые и сложные, по скоростям перемещения – на медленные и быстрые, а по повторяемости их проявления – на одноразовые или многократно возникающие на одних и тех же местах. Среди простых оползневых систем преобладающими на равнинных территориях являются оползни скольжения или сдвига по наклонной поверхности скольжения.

Если в горных странах возникают гигантские оползни объемом в десятки и даже сотни миллионов куб. м, то на равнинных территориях их размеры редко превышают первые тысячи кубических метров. На территории нашей республики оползни известны на крутых склонах долин рек Камы, Вятки и Чепцы. На территории г. Ижевска и его окрестностей в настоящее время оползни не описаны.

В отличие от оползней в пределах городской черты имеются многочисленные *обвалы* и *осыпи* на подмываемых крутых склонах речных долин, бортах карьеров. Механизм обвальных процессов, несмотря на их кажущуюся простоту, изучены еще гораздо слабее оползневых. Эти процессы начинаются в результате медленного расчленения относительно монолитного массива горных пород на отдельные части разных размеров с последующим быстрым перемещением блоков и мелких обломков, и накоплением обрушившихся масс на более низких гипсометрических уровнях в виде осыпей. Значительная роль в обвальном процессе принадлежит трещинообразованию в породах коренной основы. Такой процесс развивается неравномерно и во многом зависит от литолого-петрографического состава пород, скорости физического и химического выветривания и ряда других факторов, включая техногенные [Опасные..., 1999].

2. Состояние атмосферного воздуха

2.1. Вклад в загрязнение атмосферного воздуха от наиболее крупных стационарных источников выбросов и автотранспорта

Выбросы от стационарных источников

В соответствии со статьей 69.2 Федерального закона № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды": «...объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, подлежат постановке на государственный учет юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность на указанных объектах». В настоящее время в России на основании Постановления Правительства Российской Федерации от 28.09.2015 № 1029 ведется государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (НВОС). С этой целью предусматривается ведение государственного реестра объектов на федеральном и региональном уровнях. В зависимости от степени воздействия они делятся на четыре категории:

- ✓ **I категория** - объекты, оказывающие значительное НВОС;
- ✓ **II категория** - объекты, оказывающие умеренное НВОС;
- ✓ **III категория** - объекты, оказывающие незначительное НВОС;
- ✓ **IV категория** - объекты, оказывающие минимальное НВОС.

Данное нововведение привело к тому, что количество объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, как следствие, учитываемых при статистической обработке, в настоящее время отличается от предыдущих сводных расчетов.

При оценке состояния воздушного бассейна г. Ижевска рассматривалось 174 объекта всех четырех категорий по данным отчетности за 2016 год [Статистические..., 2016]. Учитывая неравномерность распределения производств в пространственном отношении, город условно разделен на 5 зон: *западная, южная, центральная, северо-западная и северо-восточная*. На рис. 2.1.1 выделяется в первую очередь северо-восточный промышленный район, для которого характерен максимальный объем выбросов, как в целом (17727 т/год) так и для веществ 1-го – 2-го классов опасности (43 т/год). Количество загрязняющих веществ (ЗВ) и их распределение по рассматриваемым районам отражено в таблице 2.1.1.

На условия рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе большое значение имеет агрегатное состояние поллютантов. Твердые вещества будут представлять особую опасность для территории расположенной в относительной близости от пылящих источников выбросов. В связи с этим, заслуживает внимание информация о пространственном распределении загрязняющих веществ (рис. 2.1.2), в зависимости от их агрегатного состояния. Большинство предприятий строительного типа, где образуется наибольшее количество взвешенных веществ (пыль кремнезема, древесная пыль и др.), оснащены пылеулавливающим оборудованием. Оно имеет низкую стоимость и достаточно эффективно. Поэтому южный и юго-западный районы, насыщенные строительными объектами, не выделяются на общем фоне предприятий. Иначе обстоит дело со взвесями металлов (соединения железа, марганца, ванадия, меди, хрома и др.). В большинстве случаев размер этих веществ составляет сотые и даже тысячные доли миллиметра. Упрощенные типы очистного оборудования не способны их задержать, поэтому от предприятий металлургии, машиностроения, вспомогательных участков других производств, выбрасываются в атмосферный воздух без помех. Учитывая их низкую скорость осаждения (малые размеры), эти поллютанты способны перемещаться воздушными массами на более значительные расстояния.

Отдельно стоит остановиться на летучих углеводородах. Многие из них относятся к ароматическим, особенно опасным для здоровья человека.

В таблице 2.1.2. дана сравнительная информация по агрегатному состоянию выбросов вредных веществ в промышленных зонах г. Ижевска.

С учетом степени воздействия на окружающую среду, наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вкладывают предприятия 1-го и 2-го класса опасности. Их пространственное размещение распределено неравномерно.

Таблица 2.1.1

Распределение выбросов загрязняющих веществ с учетом классов опасности (КО) по промышленным зонам в г. Ижевске [Статистические..., 2016]

Загрязняющие вещества (ЗВ) по классам опасности	в целом	южный	юго-западный	центральный	северо-западный	северо-восточный
количество учтенных объектов	174	33	34	34	26	47
количество ЗВ	251	91	83	138	129	142
выбросы ЗВ, т/год	20481	341	1275	932	206	17727
количество ЗВ 1-го КО	11	5	3	7	6	9
выбросы ЗВ 1-го КО, т/год	4.35	0.02	1.25	0.54	0.04	2.51
количество ЗВ 2-го КО	43	19	16	32	32	28
выбросы ЗВ 2-го КО, т/год	65.94	5.07	4.87	14.85	1.11	40.04
количество ЗВ 3-го КО	65	28	32	40	42	48
выбросы ЗВ 3-го КО, т/год	14076	741	60	392	79	12804
количество ЗВ 4-го КО	39	16	14	23	16	31
выбросы ЗВ 4-го КО, т/год	4459	99	489	343	97	3431
количество ЗВ (ОБУВ)	93	23	18	36	33	26
выбросы ЗВ (ОБУВ), т/год	1875	176	39	181	29	1450

Таблица 2.1.2

Распределение выбросов загрязняющих веществ с учетом агрегатного состояния по промышленным зонам в г. Ижевске [Статистические..., 2016]

Загрязняющие вещества	в целом	южный	юго-западный	центральный	северо-западный	северо-восточный
Твердые ЗВ, %	22	17	6	35	18	23
соединения: Al, V, Fe, Cu, Ni, Pb, Hg, Cr, Zn, Mn, Ca, Sn, Mg. Сажа, Бенз/а/пирен ... пыли: неорганическая (диоксид кремния), древесная, абразивная...						
Летучие углеводороды, %	19	9	5	20	36	19
Углеводороды предельные C ₁ -C ₁₀ , бензол, этилбензол, формальдегид, фенол, бензин, керосин, ацетон, уайт-спирит, сольвент нафта, толуол, ксилол, метанол, этанол ...						
Прочие газообразные, %	59	74	89	45	46	58
углерод оксид, азота диоксид, азота оксид, сера диоксид, фториды газообразные, метан ...						

Северо-восточный район. С учетом повторяемости направления ветра (розы ветров), район располагается наиболее удачно для основной массы населения г. Ижевска, 6 – 10 % повторяемости ветров в течение года создает опасность для жителей города. [Атлас..., 2016] Промышленные предприятия 1 категории – «ЛИАДА Ижевский Автомобильный Завод» (3576 т/год), «Ижметмаш» (4498 т/год), «Мусороперерабатывающий завод «Удмуртвторресурс» (133 т/год). Наибольший вклад в загрязнение атмосферы в масштабе всего города приходится на объекты 2 категории – «Удмуртский», ПАО «Т Плюс», Ижевская ТЭЦ-2 (8452 т/год), «Ижевский завод пластмасс» (542 т/год).

Западный район. Потенциально опасен для населения. 15 – 20 % повторяемости ветров в течение года перемещается с этого района на центральную часть города. [Атлас..., 2016] Производства 1 категории – «Ижевский завод кирпича и керамзита» (313 т/год). Более многочисленны предприятия 2 категории – «Удмуртский», ПАО «Т Плюс», Ижевская ТЭЦ-1 (404 т/год), «ИЭМЗ «Купол», площадка 2 (свыше 220 т/год), «МЕЧЕЛ-ЭНЕРГО» (121 т/год).

Центральный район. Один из самых опасных районов размещения производств для населения города. Здесь 10 – 20 % повторяемости ветров в течение года направляется с этого района на центральную и восточную части города. [Атлас..., 2016] Наиболее значимым объектом 1 категории является Ижевский механический завод (555 т/год). Предприятия 2 категории «разбросаны» по району – в восточной части «Ижевский завод нефтяного машиностроения» (167 т/год), в центральной части города одна из площадок "Ижевского мотозавода «Аксион-холдинг» (около 100 т/год).

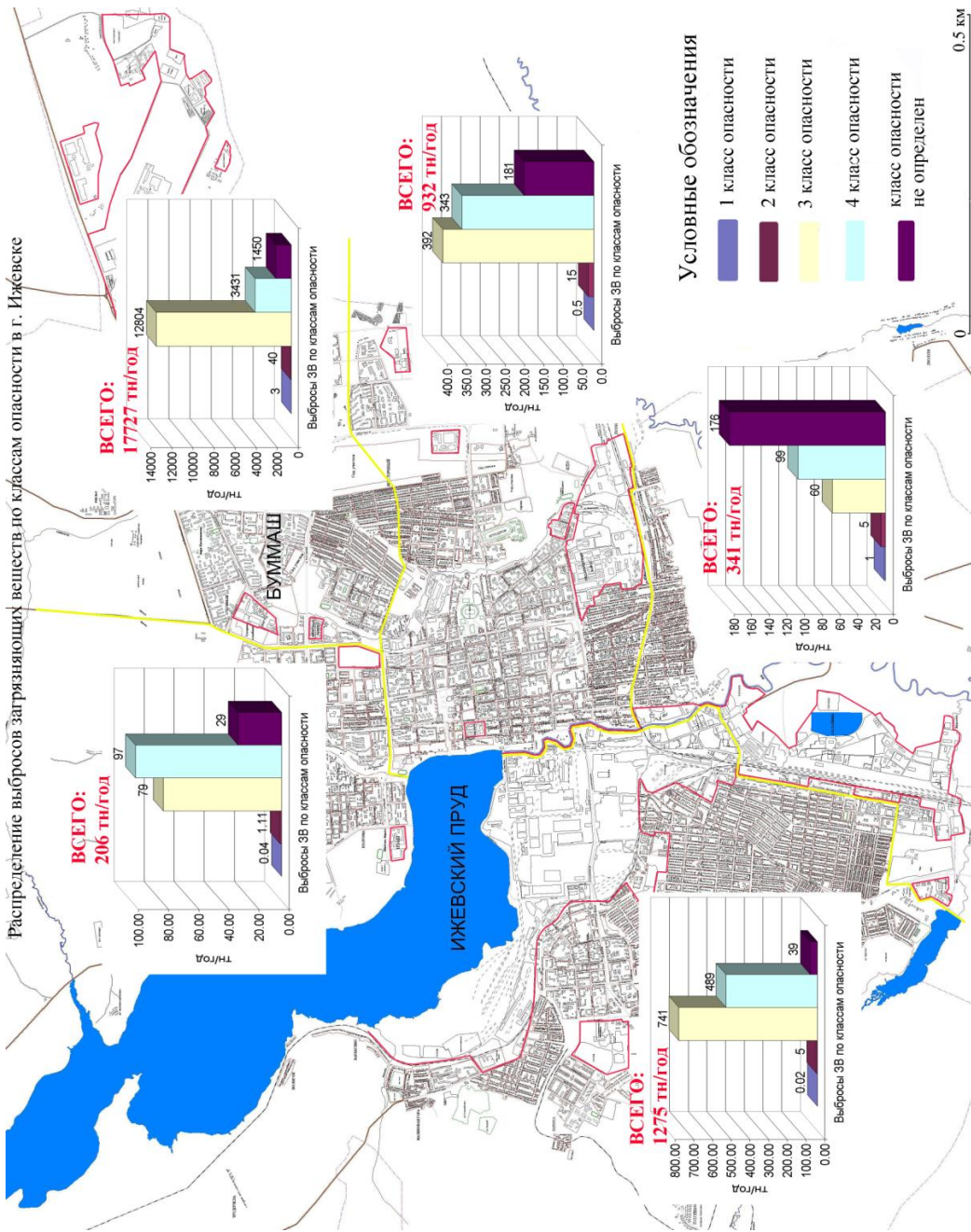


Рис. 2.1.1. Выбросы загрязняющих веществ в промышленных зонах г. Ижевска [Статистические..., 2016]

Южный район. Один из самых «безопасных» промышленных районов относительно здоровья человека. Несмотря на неблагоприятную розу ветров для г. Ижевска, около 20 % повторяемости ветров в течение года, производственные объекты 1-ой и 2-ой категорий расположены на значительном удалении от города – Ижводоканал (38 - 192 т/год), а также площадки «Российских Железных дорог» (более 40 т/год). В целом, следует отметить малое количество выбросов веществ 1-го и 2-го классов опасности.

Северо-западный район. Также одна из «благополучных» зон с точки зрения метеорологических условий: около 10 % повторяемости ветров в течение года движется на данный район с центральной и восточной промышленных зон. Из опасных объектов можно выделить "Ижевский электромеханический завод «Купол» 2 категории (141 т/год). Но имеет место большой перечень вредных веществ (129) выделяемых предприятиями рассматриваемой территории.

Таким образом, подводя итог, используя информацию на рисунках 2.1.1 и 2.1.2, а также таблиц 2.1.1 и 2.1.2 можно предположить, что наиболее безопасным для здоровья населения будут районы северо-запада (Металлург) и юга (частный сектор Ленинского района) г. Ижевска. Дополнительно следует отметить, что южный район города отделен («защищен») от большинства предприятий естественной преградой – водоразделом правобережья реки Иж.

Структура и интенсивность транспорта в г. Ижевске

Традиционно, основным источником загрязнения атмосферного воздуха в Ижевске является автотранспорт. На его долю приходится до 77% от общего объема выбросов загрязняющих веществ [Доклад..., 2017].

Как можем заметить из таблицы 2.1.3, созданной на основании Доклада об экологической обстановке в городе Ижевске в 2016 г. [Доклад..., 2017], количество выбросов вредных веществ за исключением последних трех лет растет. Это в первую очередь связано с ростом автопарка, особенно личного транспорта.

Постепенно сервисными службами автозаправочных станций вводятся новые сорта топлива, соответствующие стандартам Евро-4 и Евро-5. Этому так же способствует пусть и медленное обновление автопарка. Современные автомобили более требовательны к качеству горюче-смазочного материала. Данные статистики относительно выбросов от автомобилей не отражают пространственную и временную закономерности.

Транспортные потоки в городе можно условно разделить на «сквозные» (транзитные), общегородские (соединяющие отдельные промышленные и жилые районы) и микрорайонного значения (выполняющие функции перераспределения внутри отдельных микрорайонов). Ниже предлагается рассмотреть основные транспортные артерии города на основе наблюдений, проводимых кафедрой экологии и природопользования Удмуртского госуниверситета.

Можно выделить ряд транспортных развязок:

- ✓ Воткинское шоссе – ул. Удмуртская;
- ✓ ул. К. Маркса – ул. Магистральная;
- ✓ Шабердинский тракт – ул. Клубная – ул. Новоажимова;
- ✓ ул. Крылова – ул. Набережная – ул. Свердлова;
- ✓ ул. Чугуевского – ул. Промышленная – ул. Орджоникидзе – ул. 40 лет Победы – ул. Автозаводская;
- ✓ Як-Бодьинский тракт – ул. Песочная – ул. Кирова;
- ✓ Ряд улиц, пересекающих город в северо-южном и западно-восточном направлениях: Пушкинская, Горького, Ленина, Советская, Азина и другие.

Нами в течении более 15 лет ведутся наблюдения за транспортными потоками г. Ижевска. Ниже приводятся данные по некоторым улицам, отражающие интенсивность и структуру транспорта, проходящего в час пик в летнее время в обоих направлениях. Между крайними значениями внутри профилей указываются промежуточные пункты наблюдений, располагающиеся после перекрестков со значительными транспортными развязками.

Профиль на рисунке 2.1.3 начинается с северо-восточного въезда-выезда из города и до пересечения с ул. Промышленной, наблюдения проводятся на 16 пунктах.

Профиль на рисунке 2.1.4 начинается от ул. Майской и заканчивается выездом из города перед ул. Азина. Здесь имеется 15 пунктов наблюдений.

Профиль на рисунке 2.1.5 начинается с западного выезда из города и заканчивается выездом на ул. Горького. Всего здесь 13 пунктов наблюдений.

Таблица 2.1.3

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на территории города Ижевска за 1990-2016годы [Доклад..., 2017]

Год	Выбросы загрязняющих веществ (тыс.т/год)														Сумма передвижных и стационарных источников, тыс.т/год	Автотранспорт (кол-во единиц) шт.
	от стационарных							от передвижных								
	всего	в том числе			всего	в том числе										
		твердые	газообразные			SO2	из них									
			SO2	CO			Nox	CO	Nox	CH	C (сажа)					
1990	50,383	16,092	34,291	4,770	12,240	17,281	57,897	43,207	2,980	11,710		108,280	86051			
1991	50,880	16,125	34,755	4,830	12,410	17,515	64,319	48,000	3,311	13,008		115,199	68314			
1992	41,404	13,333	28,071	2,768	9,304	10,818	56,453	43,536	4,370	8,547		97,857	65139			
1993	36,153	9,251	26,902	2,191	9,491	10,903	51,806	42,828	2,489	6,489		87,959	77650			
1994	29,490	7,342	22,148	1,531	7,560	10,327	50,839	38,709	4,048	8,082		80,329	81740			
1995	34,232	10,468	23,764	2,001	9,030	10,596	50,179	39,753	3,478	6,948		84,411	81019			
1996	28,103	6,760	21,343	2,100	6,997	10,731	49,824	40,514	3,505	5,805		77,927	84903			
1997	29,117	7,350	21,767	2,161	7,790	10,636	48,940	39,970	3,524	5,446		78,057	88883			
1998	29,842	7,571	22,271	2,334	7,335	11,498	48,564	39,493	3,765	5,306		78,406	103825			
2000	29,336	5,883	23,453	0,940	11,100	8,259	53,164	44,191	3,930	5,043		82,500	123355			
2001	26,161	5,602	20,559	1,130	8,898	7,994	58,930	48,984	4,355	5,591		85,091	138951			
2002	21,519	5,455	16,064	1,235	5,277	7,729	61,198	50,167	4,619	6,412		82,717	145066			
2003	21,272	4,054	17,218	1,509	4,686	9,008	85,300	67,800	7,000	10,500		106,572	163891			
2004	20,138	3,700	16,438	1,549	5,409	7,693	79,930	63,530	6,870	9,530		100,068	145225			
2005	21,890	4,010	17,880	1,390	5,791	8,416	57,520	46,700	4,800	6,020		79,410	143757			
2006	19,903	3,540	16,363	1,913	5,488	6,635	60,120	49,830	5,040	5,250		80,023	151564			
2007	19,306	3,895	15,411	0,925	4,919	8,331	70,901	0,786	47,740	14,160	7,996	0,219	90,207	159190		
2008	17,199	2,909	14,290	0,737	4,615	7,700	73,302	0,807	49,341	14,627	8,303	0,224	90,501	166058		
2009	17,325	1,532	15,793	2,450	2,811	9,308	71,515	0,776	48,121	14,219	8,188	0,211	88,840	165514		
2010	12,416	1,026	11,390	0,383	2,710	6,880	72,812	0,791	48,997	14,486	8,321	0,217	85,228	167922		
2011	11,438	0,936	10,502	0,437	2,268	6,508	60,666	0,532	40,665	11,606	7,753	0,110	72,104	173499		
2012	11,089	0,536	10,553	0,086	2,290	7,337	65,340	0,598	43,374	12,786	8,452	0,130	76,429	191531		
2013	14,699	2,292	12,407	1,074	2,066	7,867	79,919	0,722	53,073	15,577	10,395	0,152	94,618	236466		
2014	20,353	4,434	15,919	2,476	1,895	9,595	82,670	0,900	55,220	16,620	9,690	0,240	103,023	200960		
2015	16,959	2,058	14,899	0,866	2,972	8,984	72,730	0,760	48,540	14,490	8,750	0,190	89,689	185942		
2016	21,048	3,417	17,630	1,881	2,180	11,392	69,966	0,762	46,298	14,246	8,460	0,200	91,014	181675		

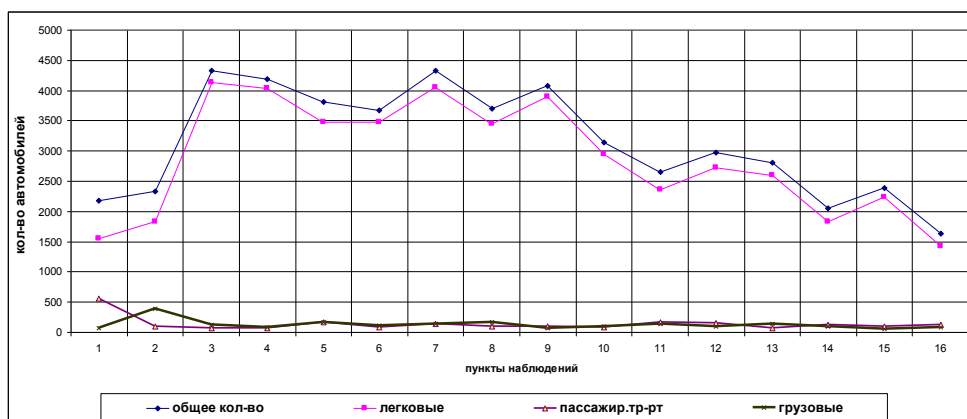


Рис. 2.1.3. Структура и интенсивность автомобилей на профиле *Воткинское шоссе – ул. Удмуртская*

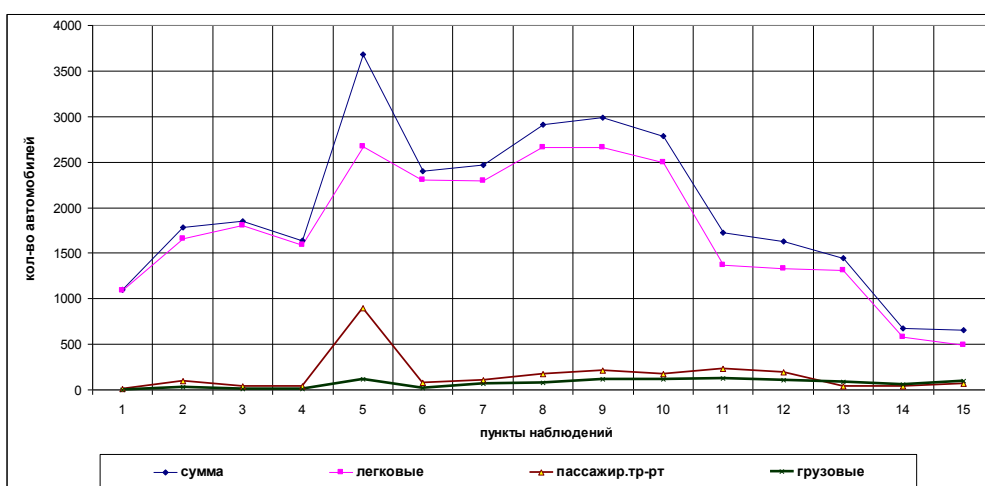


Рис. 2.1.4. Структура и интенсивность автомобилей на профиле *ул. К.Маркса – ул. Магистральная – ул. Гагарина*

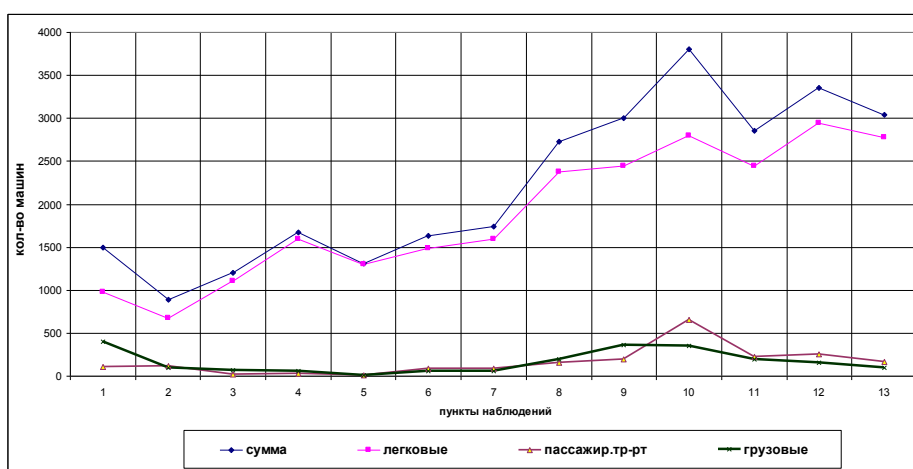


Рис. 2.1.5. Структура и интенсивность автомобилей на профиле *Шабердинский тракт – ул. Клубная – ул. Новоажимова*

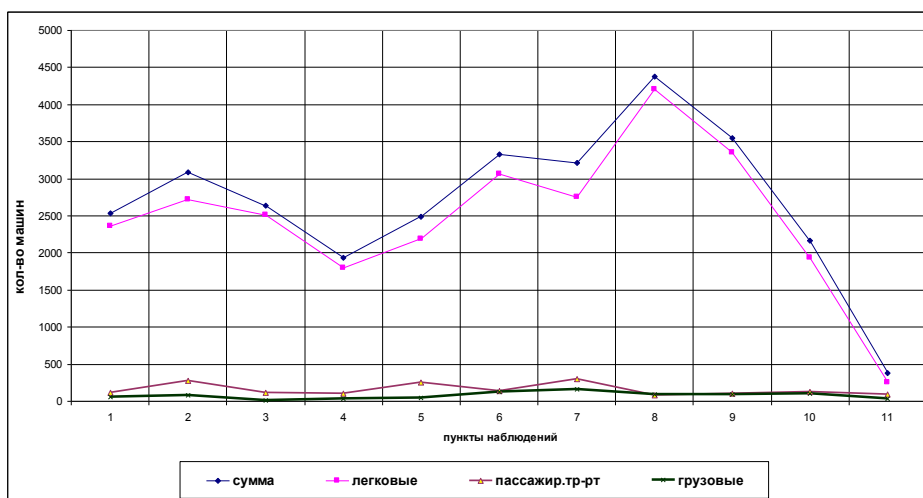


Рис. 2.1.6. Структура и интенсивность автомобилей на профиле *Як-Бодынский тракт – ул. Песочная – ул. Кирова- ул. Авангардная*

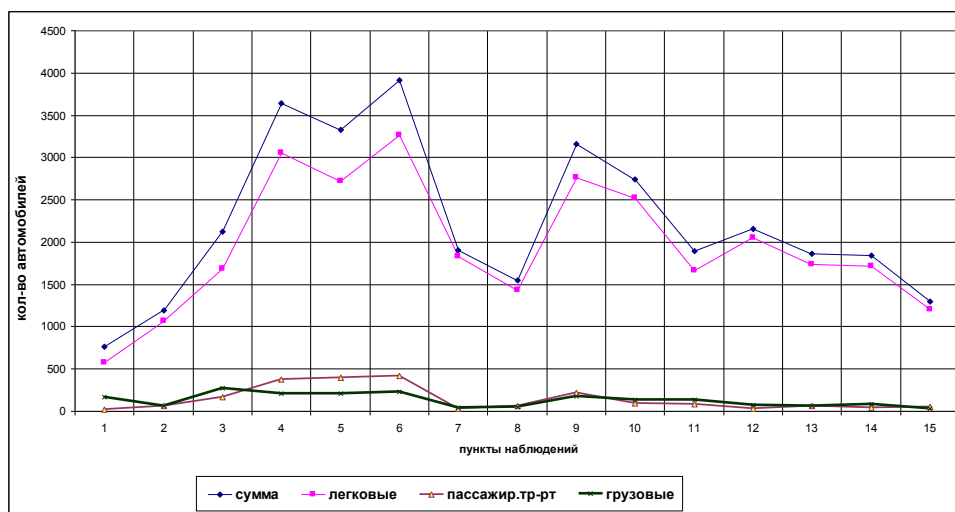


Рис. 2.1.7. Структура и интенсивность автомобилей на профиле *ул. Автозаводская - ул. 40 лет Победы – ул. Орджоникидзе – ул. Промышленная - ул. Чугуевского*

Профиль на рисунке 2.1.6 начинается с северо-западного выезда из города и заканчивается выездом на ул. 8 Марта. Всего здесь имеется 11 пунктов наблюдений.

Профиль на рисунке 2.1.7 начинается с северного выезда из города и заканчивается выездом на ул. К. Маркса. Всего здесь насчитывается 15 пунктов наблюдений.

На всех рассматриваемых профилях доля легковых автомобилей от 86% до 90%. Это особенно выражено для транзитных участков улиц с выездом в направлении «ул. Удмуртская – г. Воткинск» (рис. 2.1.3) и «центр г. Ижевска – г. Можга» (рис. 2.1.4). Среди других участков улиц (рис. 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7) не значительно добавляется вклад пассажирского (7-8%) и грузового транспорта (6-8%). Эту структуру транспортных потоков можно объяснить внутригородскими передвижениями грузопотоков от одних предприятий к другим и перемещениями населения с места работы в «спальные» районы.

Как видно из пространственного распределения транспортных потоков, максимальное количество автомобилей встречается в пределах 4000 – 4500 единиц в час. С учетом потенциальной пропускной способности дорог в перспективе можно ожидать приращения транспорта в час пик еще на 1000 – 1500 единиц техники (без кардинальных градостроительных переработок) [Гагарин, 2005; Application, 2012; Методические..., 2017].

Оценка возможного химического загрязнения от автотранспорта может определяться разными моделями: Гауссовская модель атмосферной диффузии, модель Пасквилла-Бригса, модель Сеттона, обновленный метод ОНД-86 (с 2017 года) и другие. Как подтверждают инструментальные измерения [Луканин и др., 2001], в зависимости от типа транспортного потока, количества автомобилей, рельефа, сомкнутости и этажности застройки, зона повышенного загрязнения может варьировать от 100 до 300 м перпендикулярно протяжению дороги. Концентрация выхлопных газов при этом (CO, NOx, SO₂, CH, формальдегид) могут превышать гигиенические стандарты ПДК, особенно это относится к перекресткам, оборудованным светофорами.

Таким образом, вклад в загрязнение атмосферного воздуха от автотранспорта оказывается более опасным в сравнении со стационарными выбросами по ряду причин:

1. валовый выброс вредных веществ от автотранспорта значительно выше, чем от стационарных источников;
2. выбросы не равномерны во времени, можно выделить три периода с максимальным движением машин (утренний, обеденный и вечерний часы пик);
3. по высоте выбросы относятся к приземным источникам с затрудненными условиями рассеивания поллютантов;
4. ежегодно количество транспортных единиц увеличивается, создавая при этом не только новые источники загрязнения, но и косвенно увеличивая объем выбросов (снижается скорость передвижения, образуются заторы, вынужденные периоды работы автомобилей на холостом ходу).

2.2. Химическое загрязнение атмосферного воздуха

Важная роль экологических факторов в современной экономике и политике порождает потребность в корректном и адекватном представлении соответствующей информации. Поскольку все экологические проблемы неотделимы от территорий, на которых они так или иначе проявляются, их конструктивное обсуждение и решение невозможно без соответствующих картографических материалов. Атмосферный воздух среди компонентов окружающей среды характеризуется наибольшей динамичностью и в то же время наибольшей степенью воздействия на состояние здоровья населения. Особенности состояния атмосферного воздуха регионального уровня выявляются путем математического моделирования процессов переноса загрязняющих веществ в приземном слое, с сопоставлением измеренных и расчетных концентраций и (при необходимости) корректировкой расчетных методик и моделей. Отработка методики количественного картографирования состояния атмосферного воздуха на территории крупного города проведена для ряда городов России и за рубежом. Примерами могут служить г. Москва, г. Воронеж [Дьяков, 2004], г. Санкт-Петербург [Государственный доклад..., 2016], г. Ханты-Мансийск [Обследование..., 1991] и другие.

Методика количественной характеристики степени загрязненности атмосферного воздуха может реализовываться различными путями:

- характеристикой уровней загрязнения по постам или в среднем по городу. В первом случае, не производится пространственная интерпретация в значительной степени географических данных, она оставляет их на усмотрение пользователя информации. Во втором случае происходит значительное пространственное осреднение характеристик, что формирует географически некорректное представление о территории, как о едином пространстве постоянном в своих количественных характеристиках;
- характеристикой объемов выбросов, как фактора загрязнения атмосферного воздуха. При этом не учитывается такой важный фактор загрязнения атмосферного воздуха как условия рассеяния. Необходимо отметить, что для территории ряда городов Восточной Сибири (Иркутск, Шелехов, Зима), данные факторы в условиях резко континентального климата, являются во многие периоды времени ведущими в формировании повышенных уровней загрязнения [Мониторинг..., 2001];
- характеристикой уровней загрязнения при помощи полей концентраций, построенных на основании множества точек, с учетом значимости факторов загрязнения [Стурман, 2003]. Поскольку географическая среда в целом континуальна, с отдельными элементами дискретности, постольку наиболее объективным способом передачи уровней загрязнения атмосферного воздуха будет способ

изолиний полей концентраций или комплексного показателя загрязненности (комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха).

Для территории города Ижевска такого рода работы проводились под руководством В.И. Стурмана в середине 1990-х годов и в 2000 году стали основанием для дальнейшего расчета суммарного показателя антропогенной нагрузки [Стурман, 2003]. В то же время, в связи со значительными качественными и количественными изменениями, которые произошли в структуре выбросов г. Ижевска за последние 20 лет, пространственно-временная количественная характеристика уровней загрязнения атмосферного воздуха города Ижевска остается актуальной и в настоящее время.

Целью данного исследования является пространственно-временной анализ уровней загрязнения атмосферного воздуха на территории города Ижевска. Задачами, направленными на достижение поставленной цели, стали: характеристика пространственно-временной динамики выбросов от источников, расположенных на территории г. Ижевска; характеристика уровня загрязнения атмосферного воздуха на территории города.

Динамика выбросов за период с 1992 по 2014 гг. по данным государственных докладов о состоянии окружающей среды г. Ижевска показала, что за указанный период суммарный объем выбросов от стационарных источников снизился в 1,8 раза.

Анализ структуры выбросов от стационарных источников (рис.2.2.1, 2.2.2) показал, что в исследуемый период произошли не только количественные, но и качественные изменения параметров выбросов. Так, на начало 1990-х годов приоритетным загрязняющим веществом, поступающим в атмосферный воздух от стационарных источников, были твердые вещества. Их выбросы составляли около 50% от суммарных выбросов стационарных источников. В дальнейшем, в результате реструктуризации некоторых производств и изменении технологических циклов (например, замена мартеновских печей на электросталеплавильные на предприятии ОАО «Ижсталь») произошло существенное снижение объемов выбросов твердых веществ и оксидов углерода. На 2016 год 59% выбросов стационарных источников приходится на оксиды азота, 19% на твердые вещества, 12% оксид углерода и около 10% диоксид серы [О состоянии..., 2016].

Основными стационарными источниками, выбрасывающими загрязняющие вещества в атмосферу города Ижевска, являются предприятия: ОАО «Ижсталь», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ООО «Объединенная Автомобильная Группа» («ИжАвто»), ФГУП «Ижевский механический завод», ОАО «Ижевский мотозавод «Аксион-Холдинг», ОАО «Ижнефтемаш», ОАО «ИЭМЗ «КУПОЛ», ОАО «Ижевский радиозавод», ОАО «Ижевский завод пластмасс» (рис.2.2.3). Необходимо отметить возрастающее участие в суммарном выбросе атмосферного воздуха передвижных источников.

На территории города Ижевска комплексная лаборатория мониторинга окружающей среды Удмуртского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды проводит регулярные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха на 4 стационарных и 2 маршрутных постах. За период 2000 - 2013 гг. отмечается тенденция к снижению уровня загрязнения диоксидом серы, оксидом углерода, диоксидом азота. Содержание в атмосферном воздухе взвешенных веществ, оксида азота и формальдегида остается стабильным. За период с 2000 по 2016 годы, минимальное значение комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА), рассчитанное по 5-ти приоритетным загрязнителям, отмечалось в 2001 году и составляло 7,44. Максимальное значение было зафиксировано в 2003 году и составляло 13,68. В целом, линия тренда удерживается на значении ниже 8 и показывает постепенное снижение уровня загрязнения (рис. 2.2.4)

Существующей сети мониторинга недостаточно для комплексной характеристики загрязнения атмосферного воздуха, так как, территория города Ижевска заселена неравномерно, следовательно, загрязнение воздуха тоже будет распределяться неравномерно. В связи с этим, при кафедре экологии и природопользования ФГБОУ ВО «УдГУ» в период с 2014 по 2016 годы были организованы исследования состояния атмосферного воздуха по программе эпизодического отбора проб [РД, 1991]. Исследования производились 1 раз в 3 - 4 месяца, на протяжении 10 дней (последовательно, без перерыва) на 12 точках, расположенных, как внутри жилых кварталов, так и вблизи проезжей части автодорог. Измерения проводилось при помощи газоанализатора ГАНК-4 на предмет определения среднесуточных концентраций по следующим веществам: углеводороды предельные, углерода оксид, формальдегид, азота диоксид. Замеры осуществлялись 3 раза в сутки по маршруту в установленной последовательности. Отбор проб на первой точке утреннего маршрута начинался в 6.00, дневного - в 12.00, вечернего – в 18.00 часов. В общей сложности, в рамках программы эпизодического исследования состояния атмосферного воздуха по каждому компоненту было осуществлено чуть более 3500 отборов проб. Одновременно с отбором проб определялись

метеорологические показатели, осуществлялся контроль интенсивности транспортного потока (с учетом структуры потока) в точках, расположенных на автодорогах.

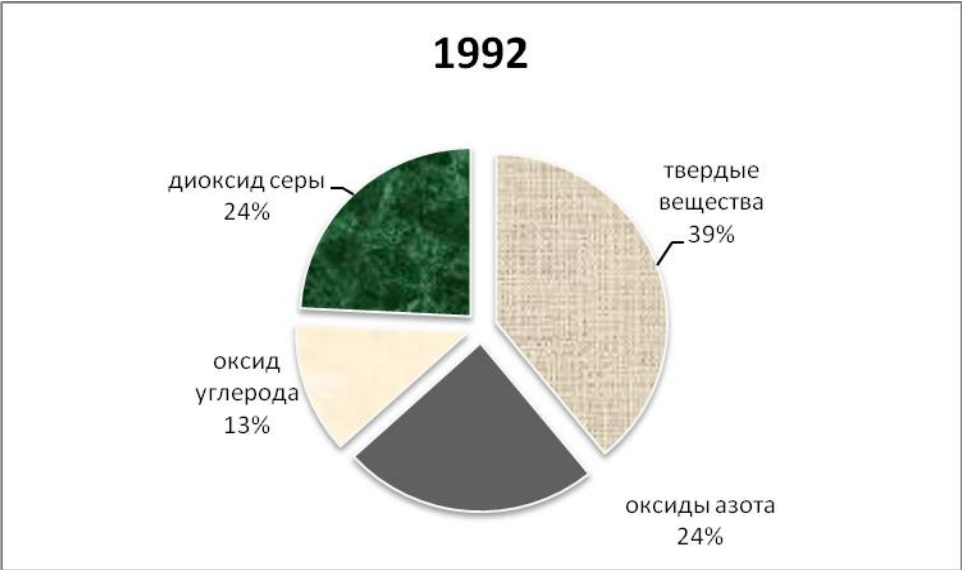


Рис. 2.2.1. Покомпонентная структура загрязнения веществами в г. Ижевске в 1992 году

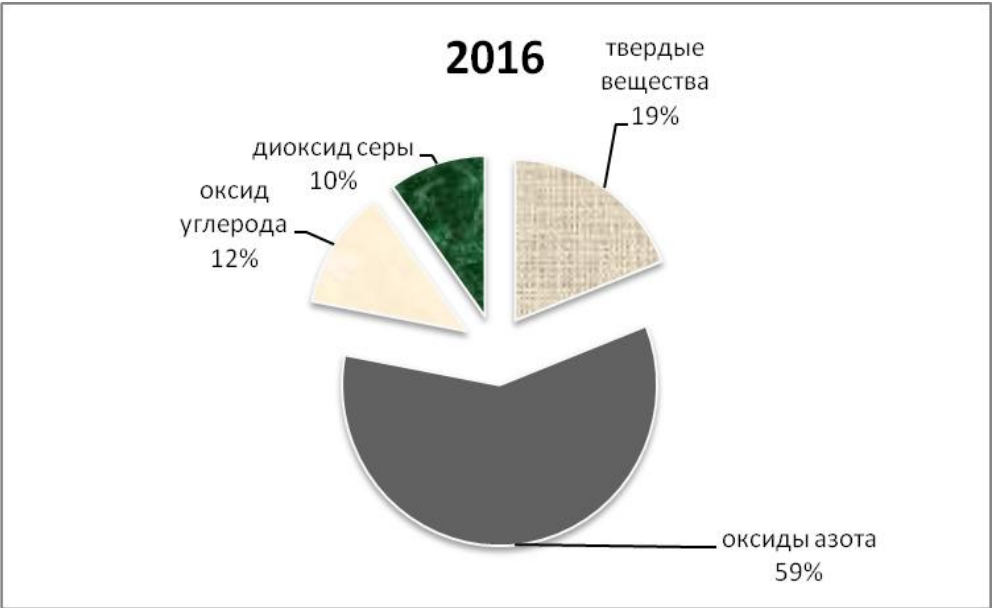


Рис. 2.2.2. Покомпонентная структура загрязнения веществами в г. Ижевске в 2016 году

Для проведения пространственного анализа уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Ижевска в период с мая по октябрь 2016 года на территории г. Ижевска были проведены разовые исследования состояния атмосферного воздуха на 120 точках (рис.2.2.5).

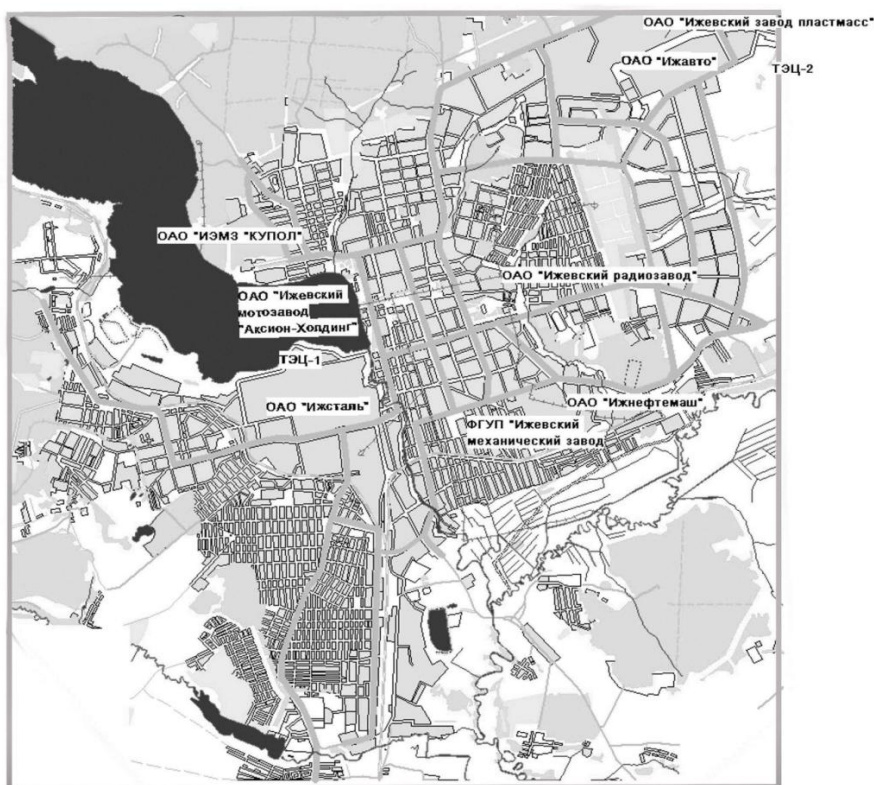


Рис. 2.2.3. Картограмма размещения промышленных предприятий на территории г. Ижевска

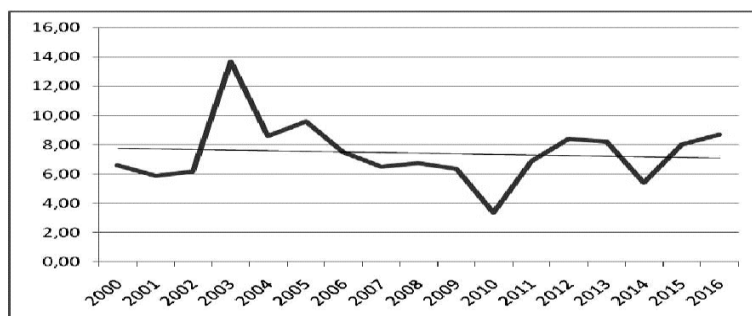


Рис. 2.2.4. Значения комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА), рассчитанного по данным мониторинга по 5-ти приоритетным примесям в период с 2000 по 2016 годы

Исследования проводились в апреле 2016 года (Октябрьский район) и в сентябре 2016 года (Первомайский, Устиновский, Индустриальный, Ленинский районы). В общей сложности разовый отбор проб осуществлялся 3 дня в середине недели, в период с 8.00 до 16.00 часов. В период отбора проб не отмечалось неблагоприятных метеоусловий. Привязка полученных разовых значений концентраций к среднегодовым значениям, по данным эпизодических исследований, производилась через коэффициент, рассчитываемый как отношение среднего значения концентрации примеси в точках эпизодического контроля состояния атмосферного воздуха за период с 2014 по 2016 год к среднему значению в точках эпизодического контроля, полученному в период разовых исследований:

$$K = C_{\text{эп.}(2014-2016)} / C_{\text{эп. разовые}},$$

где K – коэффициент, позволяющий произвести временную интеграцию разовых и многолетних исследований;

$C_{\text{эп.}(2014-2016)}$ – среднее значение концентрации примеси в точках эпизодического контроля состояния атмосферного воздуха за период с 2014 по 2016 годы;

С_{эп. разовые} - среднее значение в точках эпизодического контроля, полученное в период разовых исследований, проводимых в период с мая по октябрь 2016 года.

Необходимо отметить, что значения данного коэффициента составили 1,2, что свидетельствует о достаточно близких к среднегодовым значениям, полученным в ходе разовых исследований.

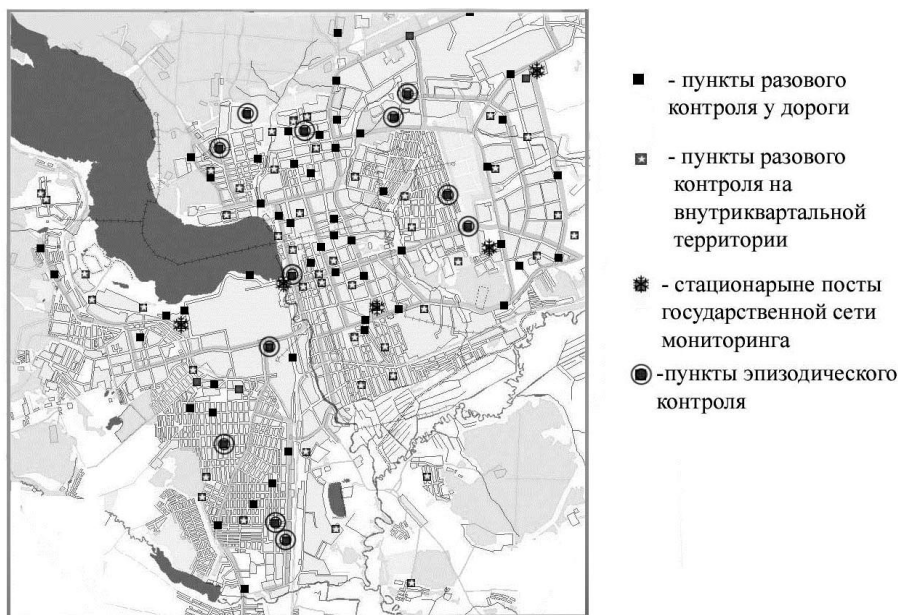


Рис. 2.2.5. Схема размещения постов наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на территории г. Ижевска

При проведении замеров и обработке результатов было выяснено, что показатели загрязнения атмосферного воздуха в среднем за год на проезжей части были выше, чем внутриквартальные (рис.2.2.6). Это обусловлено интенсивным поступлением в атмосферный воздух продуктов сгорания топлива. Среднее значение ИЗА по загрязняющим веществам для города Ижевска по данным результатов замеров составило 4,9. При этом, расчет ИЗА для точек, расположенных вблизи автодорог показал значение, равное 6,19, а во внутриквартальной территории - 3,61, что в 1,7 раза меньше. Анализ среднегодового хода концентраций загрязняющих веществ показал увеличение концентраций по контролируемым примесям в теплый период почти в 1,5 раза.

Особенно контрастными оказались различия между значениями концентраций ЗВ в теплый и холодный период на точках, расположенных вблизи автодорог, что указало на влияние метеорологических условий, как факторов рассеяния примесей в атмосфере. Опытным путем (расчет коэффициента корреляции, определяющего степень связи между двумя явлениями) было определено, что наиболее сильная связь уровней загрязнения атмосферного воздуха выявлена со значениями температуры атмосферного воздуха и ветровым режимом. Расчет степени связи КИЗА и скорости ветра показал обратную слабую достоверную связь. Определение степени связи между ветровым режимом и концентрациями отдельных примесей показало тот же результат. Расчет коэффициента корреляции между значениями КИЗА и температурой атмосферного воздуха показал слабую достоверную положительную связь (0,4). В тоже время, расчет данного коэффициента между значениями температуры и концентрациями отдельных примесей определил более разнородную картину. Наибольшая степень связи отмечалась для формальдегида и характеризовалась как положительная достоверная средняя степень связи (0,58). Необходимо отметить, что выявленная связь «формальдегид-температура» схожа с результатами, полученными в рамках исследований, проведенных на территории других городов, например, в г. Ханты-Мансийск [Мониторинг..., 2001].

Поскольку контроль сопоставимости результатов эпизодических измерений и данных, полученных лабораторией Росгидромета на ПНЗ-8 в декабре 2014 года дал положительный результат, основной причиной различий в значениях, полученных по данным эпизодического

контроля и данных сети государственного мониторинга, являются специфика пространственного размещения пунктов отбора проб.

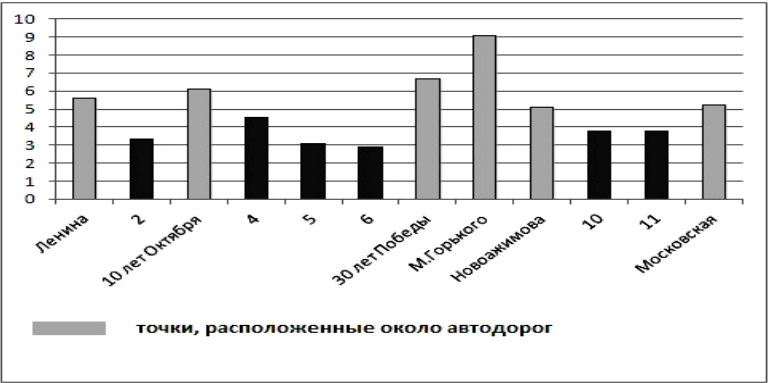


Рис. 2.2.6. Среднегодовые значения комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха в г. Ижевске (светло серый цвет - точки вблизи дорог, темно-серый цвет – внутриквартальные)

На рисунке 2.2.7 показаны значения комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха, рассчитанного по данным разового контроля состояния атмосферного воздуха.



Рис. 2.2.7. Значения комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА) на территории г. Ижевска по данным разовых исследований

Пространственный анализ загрязнения атмосферного воздуха города Ижевска показал наибольшие значения КИЗА (более 4) для территории центральной промышленной зоны, представленной такими предприятиями как ОАО «Ижсталь» и ТЭЦ-1, а так же Октябрьского района и восточной окраины Ленинского района г. Ижевска. Высокие значения уровня загрязнения атмосферного воздуха на данной территории связаны с выбросами промышленных предприятий и высокой концентрацией и загруженностью автодорог в данной части города. Необходимо отметить, что значения КИЗА более 4 характерны для всех участков, расположенных в непосредственной близости от крупных автодорог города Ижевска, независимо от места расположения данной дороги.

Максимальные значения КИЗА в данной зоне достигали 10 и отмечались на точках, расположенных вблизи автодорог.

В зоне со значениями КИЗА от 3 до 4 располагаются южная промышленная зона (предприятия ФГУП «Ижевский механический завод», ОАО «Ижнефтемаш»), восточная промышленная зона (ООО «Объединенная Автомобильная Группа» («ИжАвто»), ОАО «Ижевский завод пластмасс», ТЭЦ-2) и прилегающие к ним территории. В загрязнении атмосферного воздуха данной территории характерен приоритет влияния стационарных источников.

В зону с загрязнением от 2 до 3 КИЗА попали территории, влияние промышленных выбросов на которые значительно ниже, в связи с удаленностью от промышленных зон. Это внутриквартальные территории жилой зоны с многоэтажной застройкой.

Территория, характеризующаяся значениями КИЗА менее 1 относится к рекреационным зонам г. Ижевска (Парк Кирова, Парк Космонавтов), а так же к территории с частной низкоэтажной застройкой (центральная часть Ленинского района, юго-восточная зона Индустриального района и южная Первомайского района). Для данной зоны характерна удаленность от крупных промышленных источников выбросов и незначительный вклад в загрязнение выбросов автотранспорта, в связи с отсутствием крупных автодорог.

В ходе данного исследования было выявлено, что, несмотря на значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха передвижных источников выбросов (доля выбросов от автотранспорта составляет более 70%), данный источник выбросов в связи с приземным характером локализации выбросов является причиной в основном локальных загрязнений вдоль крупных автодорог. В тоже время, при удалении от автодорожного полотна внутрь жилой зоны, влияние данного источника существенно снижается. В целом, формированию тех или иных зон загрязнения атмосферного воздуха на территории города Ижевска способствует сочетание воздействия как стационарных, так и передвижных источников. Необходимо отметить некоторые противоречия, которые были выявлены при сравнении полученных результатов с аналогичными, относящимися к концу 1990-х годов. В целом, на протяжении последних 17 лет отмечался тренд снижения объемов выбросов от таких мощных источников выбросов, как ОАО «Ижсталь», ТЭЦ-1, расположенных в центральной промышленной зоне. При преобладающем юго-западном направлении ветра для территории г. Ижевска, основной перенос загрязняющих веществ от данных источников как в 2000 году, так и спустя 17 лет, осуществляется в сторону Октябрьского района города. Характерная форма полей концентраций на карте, полученной в конце 2016 года, подтверждает данное предположение. При этом, если учитывать, что к 2016 году выбросы от стационарных источников от предприятий центральной промышленной зоны сократились почти в 2 раза, то, на карте 2000 года перенос выбросов от центральной промышленной зоны в сторону Октябрьского района г. Ижевска должен отслеживаться еще более ярко. В тоже время, этого нет. Данное противоречие вызвано рядом факторов:

- различием в специфике используемых исходных данных (карта загрязнения атмосферного воздуха г. Ижевска 2000 года формировалась на основании данных наблюдений по постам мониторинга и подфакельных наблюдений);

- недоучет выбросов от ряда дочерних организаций ОАО «Ижсталь», расположенных в центральной промышленной зоне, в официально предоставляемых сведениях об объемах выбросов;

- возросший вклад в загрязнение атмосферного воздуха не учитываемых выбросов от передвижных источников, в том числе от автодорог, расположенных на территории Октябрьского района, таких как ул. М. Горького и ул. Кирова.

Таким образом, необходимо отметить, значимость перехода на рецепторные модели исследования загрязнения атмосферного воздуха [Armistead, 1988], отличающихся от наиболее распространенных на данный момент моделей источника (зависят от данных о количестве выбросов из источников загрязнения, метеорологических условий рассеяния). В отличие от моделей источника, рецепторные модели предполагают измерение концентраций загрязняющих веществ в заданной точке и в дальнейшем оценку процентного вклада различных источников в формирование тех или иных концентраций примесей. В основе рецепторных моделей исследования загрязнения атмосферного воздуха лежат поля концентраций загрязняющих веществ, полученные при помощи натурных исследований.

2.3. Характеристика физического загрязнения г. Ижевска

Оценка шумового загрязнения

Понятие шума дается многими авторами и литературными источниками в различной интерпретации. Определение шума в ГОСТ Р 53187-2008 [ГОСТ, 2009] охватывает более полное раскрытие термина: *шум в окружающей среде* (environmental noise): Нежелательный или вредный наружный шум, создаваемый в результате деятельности человека, в том числе шум, излучаемый подвижными (средства дорожного, рельсового, авиационного транспорта) и стационарными (потoki автодорожного транспорта, промышленные предприятия, энергетические и пр. объекты) источниками шума.

Количественная оценка шумового воздействия проводится в сравнении с санитарно-гигиеническими нормативами ПДУ (предельно-допустимый уровень).

Нормируемыми параметрами постоянного шума в расчетных точках являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц. Для непостоянного шума дополнительно учитывается эквивалентный (суммируемый по звуковой энергии и усредненный во времени) и максимальный уровни звукового давления (1% максимальных значений от значений эквивалентного уровня). Данные нормативы учитывают дневной и ночной режимы суток. В настоящее время в России насчитывается более 70 видов ПДУ по оценке шумового загрязнения. Из них наиболее часто используются следующие: контролирующие места постоянного проживания человека, территории внутри жилых микрорайонов, различные рабочие места. В таблице 2.3.1 показаны значения критериев безопасности по шумовому воздействию применительно к жилой зоне. Дополнительно стоит отметить ПДУ для рабочей зоны, в России на рабочих местах эквивалентный уровень шума не должен превышать 80 дБА. В случае невозможности выдержать такой норматив, должны применяться технические мероприятия – шумозащитные наушники, шлемы.

Число источников шума в г. Ижевске значительно, их оценка влияния на окружающую среду должна учитывать не только интенсивность, продолжительность, но и физические особенности акустических волн (например, частотный диапазон). В таблице 2.3.2 типовые источники шума представлены в зависимости от спектрального состава и классифицированы по пространственно-временным признакам. В целом, среди них можно выделить следующие: коммунальный, производственный и транспортный шумы.

Коммунальный шум может быть привязан:

- к территории внутриквартального пространства – игровые площадки детей, шум мусороуборочных машин, работа по уборке территории, въезд-выезд личного автотранспорта;
- к внутридомовому пространству – инженерное, технологическое и бытовое оборудование – лифты, мусоропроводы, водопровод, канализация, громкая музыка, ремонтные работы и др.

Контроль за соблюдением санитарно-гигиенических норм ПДУ по шуму для источников коммунального шума в России затруднителен. Это связано со сложностями системы наказания виновных (требуется доказать нарушение, пригласив лабораторию).

Производственный шум еще более разнообразен, но ограничивается границами производственной зоны. Более того, производственная зона дополнительно отделена санитарно-защитной зоной, поэтому предприятия по фактору шумового загрязнения, как правило, не являются источником опасности. Исключением становятся объекты электро- и теплоэнергетики: ТЭЦ (эпизодические источники шума, например, сброс пара), трансформаторные подстанции открытого типа. Особо выделяются транспортные предприятия, в первую очередь, депо (трамвайные, железнодорожные). Шум рельсового транспорта при «благоприятных» условиях может превышать нормы ПДУ, особенно в ночное время, на удалении в сотни метров.

Более детально рассмотрим транспортный шум. На карте шумового загрязнения (рис. 2.3.1 и 2.3.2) можно выделить наиболее «шумные» участки улиц с интенсивностью звукового давления более 78 дБА: ул. 40 лет Победы, ул. К. Маркса - Магистральная, ул. Новоажимова. Значения эквивалентного уровня шума на расстоянии 7,5 м от дороги определялись расчетным и инструментальными методами в часы максимальной транспортной нагрузки в летний период (исключая праздничные и выходные дни). Определяющим фактором явилась интенсивность транспортных потоков и их структура (доля грузовых и пассажирских автомобилей), несколько меньшее значение играла скорость транспортных потоков и рельеф местности.

В разделе 2.1 при анализе загрязнения от автотранспорта рассматривалось несколько транзитных транспортных развязок. Рассмотрим их с позиции шумового загрязнения (рис. 2.3.3 –

2.3.7). На этих схемах дается информация только по пунктам наблюдений, в то время как на картографическом изображении, насколько позволил масштаб, отражены снижение эквивалентного уровня шума с учетом правил дорожного движения (пешеходные переходы в местах большого количества людей, светофоры, снижение скорости движения дорожными знаками). При оценке шумового воздействия не принимались во внимание случаи с дорожно-транспортными происшествиями, плохое состояние дорог – это вынуждало водителей снижать скорость и уменьшалось количество проходящего транспорта. В качестве методического принципа учитывался «принцип учета наихудших условий».

Эквивалентный уровень шума, определенный на расстоянии 7,5 м от середины первой полосы движения, в значительной степени зависит от трех факторов: количества машин, структуры и скорости движения. На профилях (рис. 2.3.3 – 2.3.7) при значительной интенсивности транспортных единиц, характерной для рассматриваемых участков улиц, особенно выделяется улица К. Маркса южнее ул. К. Либкнехта. Это один из самых значительных участков транспортного шума в г. Ижевске. На данной территории (рис. 2.3.4) имеет место вклад всех основных факторов, способствующих увеличению уровня звукового давления – прямолинейный участок дороги с минимальным количеством перекрестков и пешеходных переходов, скоростной режим от 60 до 80 км/час, наличие рельсового транспорта (трамвай), около 10% грузового и пассажирского транспорта. Такие же условия формирования шума (за исключением отсутствия трамваев) характерны для ул. Новоажимова (рис. 2.3.5). Транзитные участки улиц Воткинское шоссе – ул. Удмуртская (рис. 2.3.3) и Як-Бодьинский тракт – ул. Кирова (рис. 2.3.6) характеризуются стабильно высоким уровнем звукового давления 76-78 дБА. Это объясняется высокой интенсивностью движения, но большой встречаемостью перекрестков, пешеходных переходов и, как следствие, снижением скоростного режима. Профиль значений эквивалентного уровня звука на рисунке 2.3.7 охватывает различные по нагрузке и условиям генерации шума участкам улиц. Этим можно объяснить встречаемость участков со значением, близким 78 дБА и менее 74 дБА. Следовательно, имеют место и скоростные участки дороги на ул. 40 лет Победы, и уклон местности свыше 6% на ул. Чугуевского и другие значимые факторы.

Пропускная способность улиц г. Ижевска, как говорилось в разделе 2.1 имеет потенциальный запас. Следовательно, уровень шума ожидаемо вырастет. Но при этом зависимость не является линейной, постоянно происходит модернизация технического транспорта (особенно это относится к электротранспорту) в сторону меньшей шумности.

Оценка воздействия электромагнитных полей

Среди других физических факторов для г. Ижевска значимым для безопасности населения будет воздействие электромагнитных полей (ЭМП).

По определению из Большой Советской Энциклопедии, **электромагнитное поле** — это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.

Электрическое поле характеризуется напряженностью электрического поля и обозначается символом «Е», единица измерения, В/м. Магнитное поле характеризуется напряженностью магнитного поля и обозначается «Н», единица измерения, А/м.

В качестве основных источников электромагнитного поля можно выделить:

- линии электропередач;
- электропроводка (внутри зданий и сооружений);
- бытовые электроприборы;
- персональные компьютеры;
- теле- и радиопередающие станции;
- спутниковая и сотовая связь (приборы, ретрансляторы);
- электротранспорт;
- радарные установки.

Таблица 2.3.1

Санитарные нормативы в слышимом диапазоне [ГОСТ, 2009; СанПиН, 2014]

Территория	Эквивалентные уровни звукового давления ($L_{A_{эв}}$, дБ) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц (слышимый диапазон)								Эквивалентный/максимальный уровень звука, $L_{A_{эв}}$, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Территория жилой застройки (день с 7 до 23 ч)	77	67	59	54	50	47	45	43	55 / 70
Территория жилой застройки (день с 7 до 23 ч)	67	57	49	44	40	37	35	33	45 / 60
Жилые помещения (день)	65	54	45	39	35	32	30	28	40 / 55
Жилые помещения (ночь)	55	44	35	29	25	22	20	18	30 / 45

Таблица 2.3.2

Источники шумового загрязнения в г. Ижевске [Иванов, 2008, ГН, 2007]

Классификационный признак	Тип	Источник излучения		Чем представлен в г. Ижевске
по виду спектра	инфразвук (до 20 Гц)		рельсовый транспорт, автомобили большой грузоподъемности, производственное оборудование предприятий	Транзитные магистральные улицы и трамвайные пути, производственный шум
	низкочастотный (до 300 Гц)		спецтехника, грузовой автотранспорт,	Транзитные магистральные улицы и трамвайные пути
	среднечастотный (от 300 до 800 Гц)		вентиляционное оборудование,	промышленные предприятия
	высокочастотный (до 20000 Гц)		вентиляционное оборудование,	промышленные предприятия
по временным характеристикам	ультразвук (свыше 20000 Гц)		некоторые виды технологического оборудования	за пределами СЗЗ практически отсутствует
	постоянные (изменение уровня звука не более 5 дБ)		вентиляционные, компрессорные установки, насосное оборудование, воздухоподувки	промышленные предприятия
	непостоянные (изменение уровня звука более 5 дБ)		шум двигателей, при скорости свыше 60 км/час – аэродинамический удар	автомобильный транспорт
	колеблющиеся во времени: а) прерывистые (перепад уровня звука более 1 сек) б) импульсные (менее 1 сек)		перестук колес на участках стыка рельс	железнодорожный транспорт
в пространственном отношении	локальные (точечные), стационарные		кузнечно-прессовое оборудование, сваебойные машины	промышленные предприятия
			вентиляционные, компрессорные установки, насосное оборудование, воздухоподувки	промышленные предприятия
	линейные, мобильные		локомотивы, трамваи и автотранспорт	транспорт

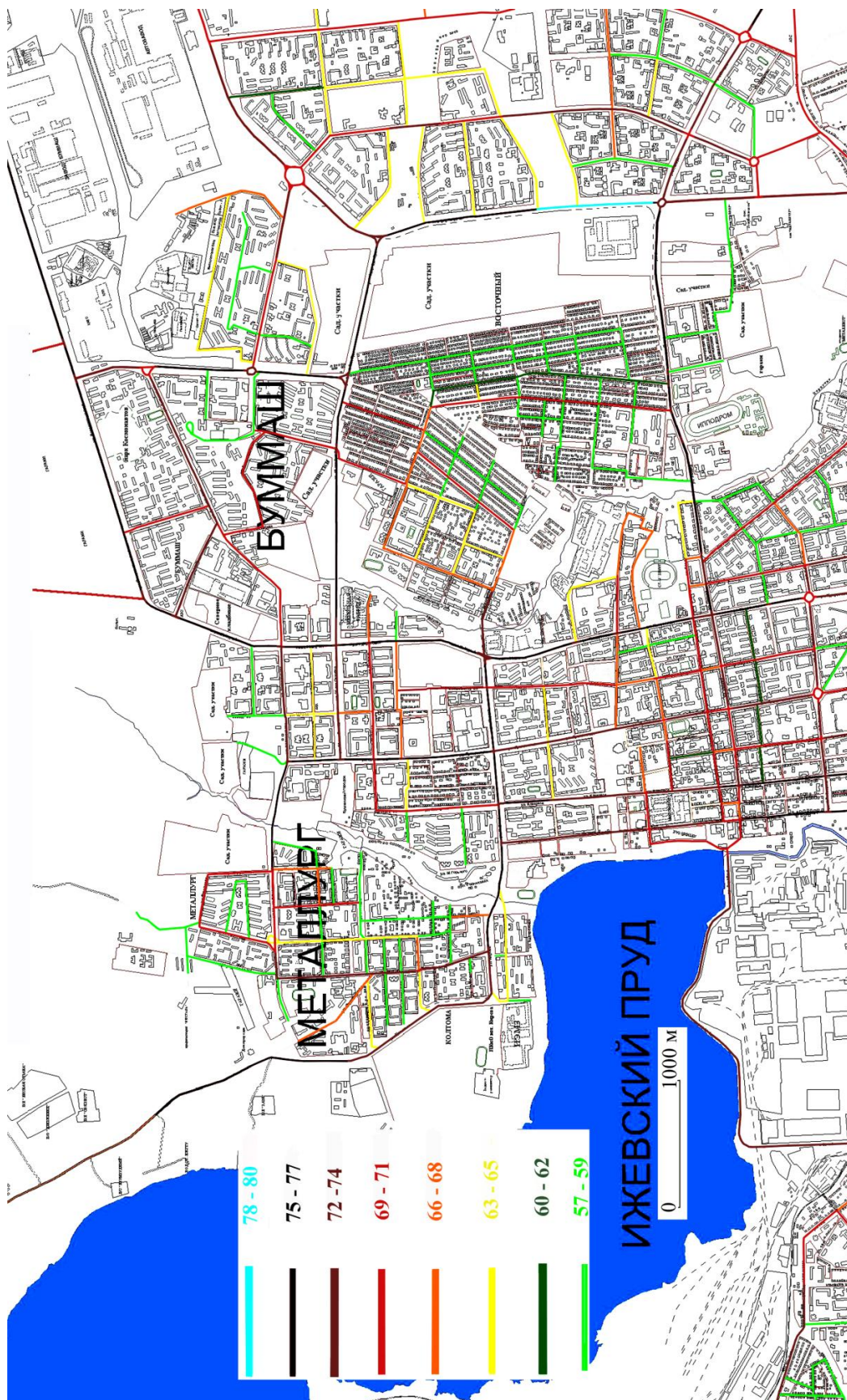


Рис. 2.3.1. Эквивалентный уровень звука от транспортных потоков в северной части г. Ижевска

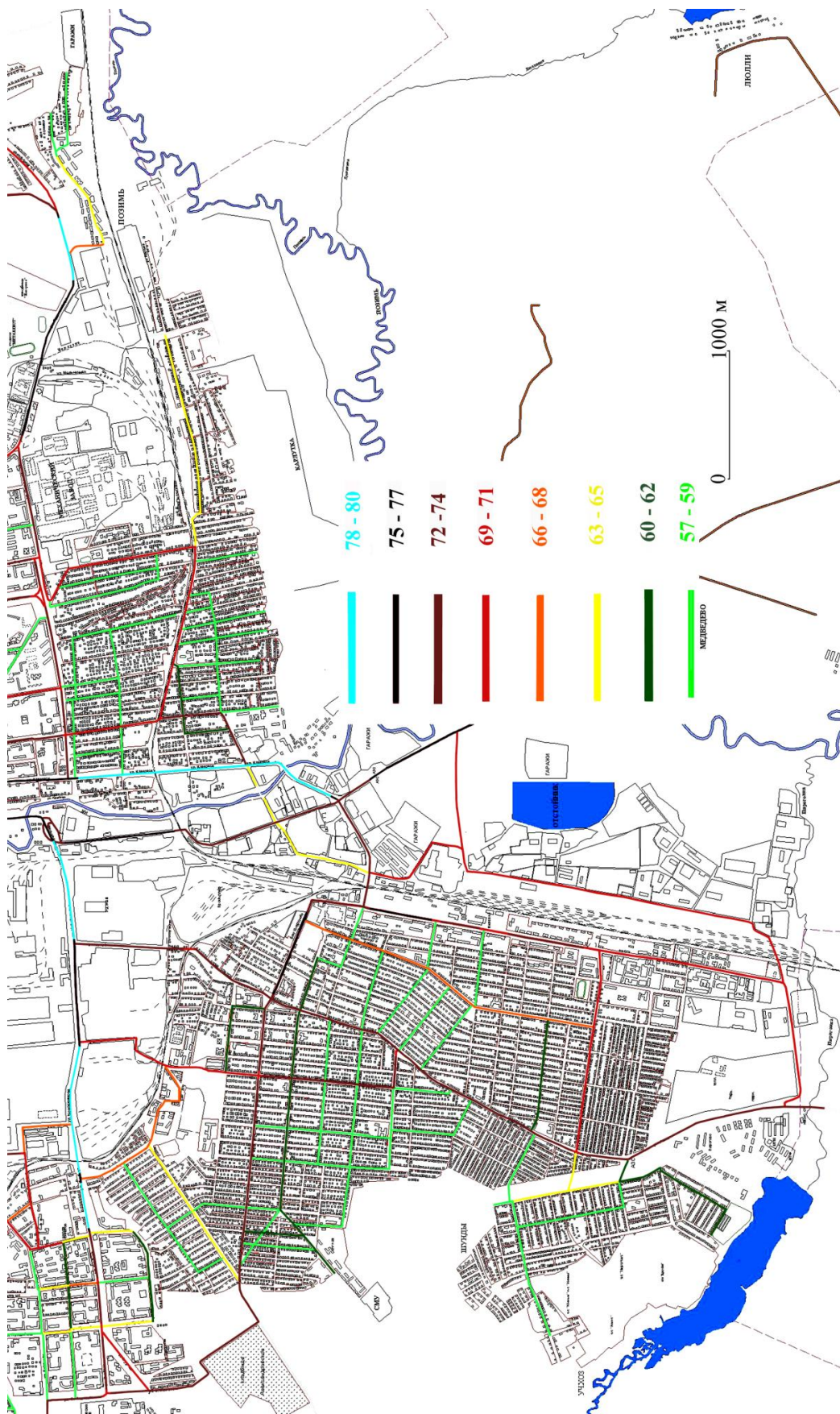


Рис. 2.3.2. Эквивалентный уровень звука от транспортных потоков в южной части г. Ижевска



Рис. 2.3.3. Эквивалентный уровень шума от транспорта на профиле *Воткинское шоссе – ул. Удмуртская*



Рис. 2.3.4. Эквивалентный уровень шума от транспорта на профиле *ул. К.Маркса – ул. Магистральная – ул. Гагарина*



Рис. 2.3.5. Эквивалентный уровень шума от транспорта на профиле *Шабердинский тракт – ул. Клубная – ул. Новоажимова*



Рис. 2.3.6. Эквивалентный уровень шума от транспорта на профиле *Як-Бодьинский тракт – ул. Песочная – ул. Кирова- ул. Авангардная*



Рис. 2.3.7. Эквивалентный уровень шума от транспорта на профиле *ул. Автозаводская - ул. 40 лет Победы – ул. Орджоникидзе – ул. Промышленная - ул. Чугуевского*

Одним из значительных и частых источников ЭМП являются линии электропередач (ЛЭП). Провода работающей линии электропередач создают в прилегающем пространстве (на расстояниях порядка десятков метров от провода) электромагнитное поле промышленной частоты (50 Гц). Причем напряженность поля вблизи линии может изменяться в широких пределах, в зависимости от ее электрической нагрузки. По СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [СанПиН, 2014] в целях защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи, устанавливаются санитарные разрывы вдоль трассы высоковольтной линии (ВЛ), за пределами которых напряженность электрического поля не превышает 1 кВ/м. Границы санитарных разрывов вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля по обе стороны от нее на следующих расстояниях от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном к ним:

- напряжение 330 кВ – 20 м
- напряжение 500 кВ – 30 м
- напряжение 750 кВ – 40 м
- напряжение 1150 кВ – 55 м

Основными источниками ЭМП радиочастотных диапазонов являются мобильные телефоны, передающие радиотехнические объекты связи, радио, телевидения (табл. 2.3.3). Зона санитарного разрыва для передаточных станций сотовой связи составляет 50 м.

Воздействие ЭМП нормируется санитарно-гигиеническими нормативами для производственных территорий (СанПин 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях) и жилой зоны (СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях»).

Контроль за соблюдением санитарно-гигиенических нормативов предельно-допустимых уровней (ПДУ) осуществляется лабораториями Роспотребнадзора и центрами аттестации рабочих мест.

Таблица 2.3.3

Международная классификация электромагнитных волн [Куклев, 2008]

№ Диапа- зона	Название диапазона по частоте	Метрическое подразделение длин волн	Длина волны	Сокращенное буквенное обозначение частот
1	3-30 Гц	Декамегаметровые	10^5 - 10^4 км	Крайне низкие, КНЧ
2	30-300 Гц	Мегаметровые	10^4 10^3 км	Сверхнизкие, СНЧ
3	0,3-3 кГц	Гектокилометровые	10^3 - 10^2 км	Инфранизкие, ИНЧ
4	от 3 до 30 кГц	Мириаметровые	100-10 км	Очень низкие, ОНЧ
5	от 30 до 300 кГц	Километровые	10-1 км	Низкие частоты, НЧ
6	от 300 до 3000 кГц	Гектометровые	1-0,1 км	Средние, СЧ
7	от 3 до 30 МГц	Декаметровые	100-10 м	Высокие, ВЧ
8	от 30 до 300 МГц	Метровые	10-1 м	Очень высокие, ОВЧ
9	от 300 до 3000 МГц	Дециметровые	1-0,1 м	Ультравысокие, УВЧ
10	от 3 до 30 ГГц	Сантиметровые	10-1 см	Сверхвысокие, СВЧ
11	от 30 до 300 ГГц	Миллиметровые	10-1 мм	Крайне высокие, КВЧ
12	от 300 до 3000 ГГц	Децимиллиметровые	1-0,1 мм	Гипервысокие, ГВЧ

Учитывая, что наиболее интенсивное воздействие ЭМП человек испытывает в производственных условиях, система мониторинга привязана к рабочим местам. К тому же, это обусловлено обязательной процедурой аттестации рабочих мест по неблагоприятным факторам окружающей среды (химическое загрязнение, шум, вибрация, освещенность, микроклимат, электромагнитные поля, в некоторых случаях радиочастотного диапазона).

По сводным данным [СанПин,2014] намечается постепенное снижение рабочих мест по фактору воздействия электромагнитных полей (рис. 2.3.8).

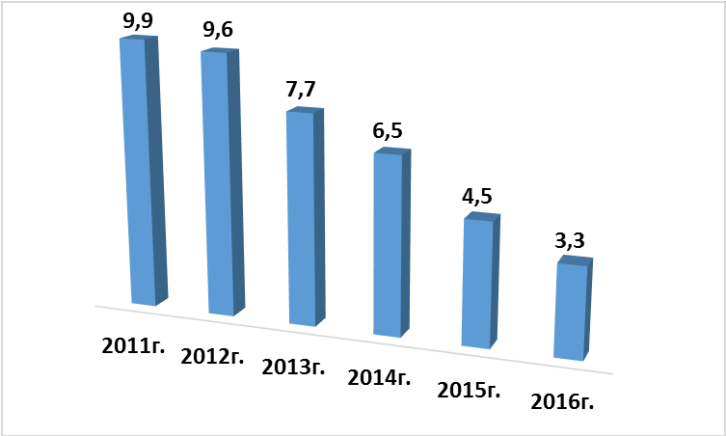


Рис. 2.3.8. Доля рабочих мест, не соответствующих санитарным нормам по ЭМП за период 2011 – 2016 годы, в процентах [СанПин, 2014]

В заключении можно отметить, что в связи с постоянной заменой устаревшего радиотехнического оборудования на более современное и безопасное, удельный вес отклонений санитарных норм по ЭМП на рабочих местах за последние 5 лет снизился с 4,5% до 3,3%. Для детских и учебных заведений темпы улучшения медленнее – 1,1% [СанПин, 2014].

Среди других физических факторов для г. Ижевска значимым для безопасности населения будет воздействие электромагнитных полей.

3. Оценка качества поверхностных и подземных вод

3.1. Водоснабжение и водоотведение города Ижевска: основные показатели и проблемы

Ижевск – крупный промышленный город. На 2016 год в нем проживало 645 тыс. человек [О состоянии..., 2017а], что составляет 42% всего населения Удмуртской Республики (УР). Это, несомненно, накладывает отпечаток на различные составляющие городского водопользования.

Являясь сосредоточением населения и промышленных предприятий, столица Удмуртии выступает в роли мощного потребителя водных ресурсов со сложно обустроенным и многогранным водным хозяйством. Общий забор воды Ижевском в 2016 году достиг 31123 тыс. м³ [Доклад..., 2017], это десятая часть от общего регионального водопотребления.

Удельное водопотребление для столицы Удмуртии, по данным республиканской целевой программы, равно 261 л/сут., при том, что среднереспубликанские цифры удельного водопотребления в два с лишним раза ниже - 102 л/сут. [Республиканская..., 2010].

Водопотребление г. Ижевска в сравнении с другими городами республики приведено на рисунке 3.1.1.

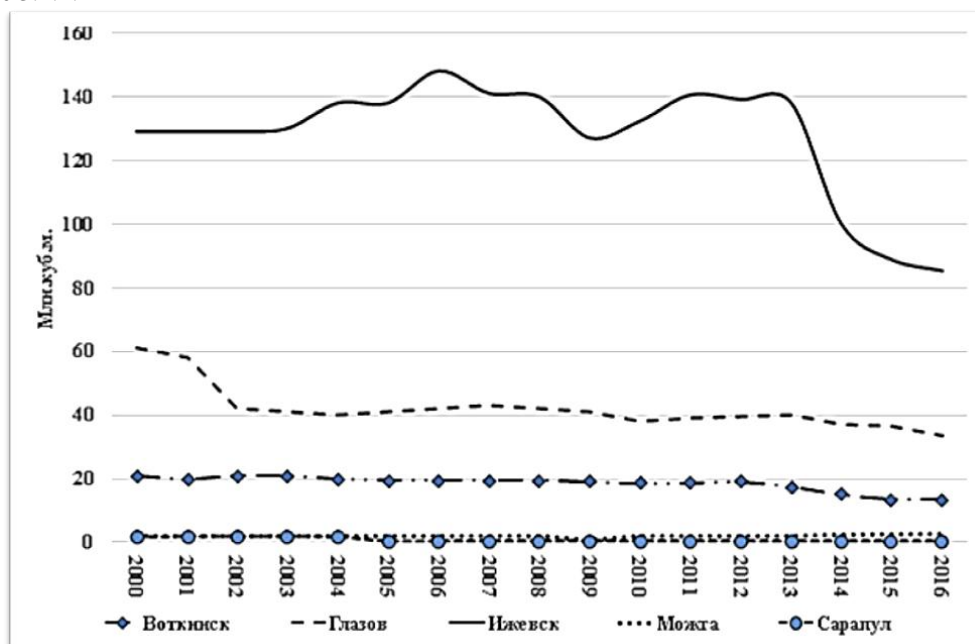


Рис. 3.1.1. Водопотребление Ижевска (млн. куб. м) на фоне водопотребления городов УР (по данным Камского бассейнового водного Управления по УР)

Управление фондами систем водоснабжения, водоотведения и их эксплуатация осуществляется специализированными предприятиями по водоснабжению (называемыми водоканалами). Для города Ижевска таким предприятием является МУП г. Ижевска «Ижводоканал», снабжающий почти 650 тысяч горожан питьевой водой.

Водоподготовку осуществляют две станции подготовки воды (далее, СПВ). Станция подготовки воды «Пруд-Ижевск» имеет производительность 127 тыс. м³ воды в сутки. Из них 27 м³ приходится на долю Старых головных сооружений, запущенных еще в 1933 году. Оставшиеся 100 тыс. м³ - поступают с Новых головных сооружений, первая очередь которых была введена в эксплуатацию в 1964 г., вторая – в 1971 г. Вторая станция – это СПВ «Кама-Ижевск». До этой станции подготовки воды по трем ниткам водовода диаметром 1200 мм каждая и длиной 54 км идет в Ижевск вода из Воткинского водохранилища. Производительность станции составляет 185 тыс. м³ в сутки. Дата пуска в работу первой очереди этой станции - 25 декабря 1974 г. На сегодняшний день камскую воду потребляет 2/3 городского населения. В летний период, когда цветет Ижевское

водохранилище, доля камской воды в городе увеличивается до 4/5 от общего водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды ижевчан [www.izh.ru/i/info/16103.html].

Водное хозяйство больших и крупных городов всегда имеет массу проблем. Одним из острейших вопросов при водоснабжении является высокий физический износ систем водоснабжения, составляющий, в целом для нашего региона около 74 % [О состоянии..., 2017].

В Ижевске 71% водопроводных сетей требуют замены, общая протяженность таких труб на 2013 год составляла 950 километров [Ижводоканал..., 2013]. Износ по городским канализационным сетям чуть ниже и составлял на рассматриваемый период времени 65%. В этом аспекте стоит заметить, что большинство трубопроводов в Ижевске сделано из стали и находится в эксплуатации с 60-70-х годов двадцатого века. При этом средний нормативный срок их эксплуатации составляет 25-30 лет. Замена изношенных сетей требует немалых вложений в коммунальную инфраструктуру города. Для примера, средняя стоимость прокладки 100 метров трубопроводов в городских условиях составляет 2-3 миллиона рублей. Учитывая нормативный срок эксплуатации, обновление трубопроводного хозяйства должно производиться ежегодно в объемах не менее 30 километров водопроводных труб. Однако, по причине недостаточности финансовых средств, данная работа проводится не в должном объеме. Так, в 2012 году «Ижводоканал» смог заменить всего лишь 8 километров водопроводных труб (что составляет 0,8% от их общей протяженности), из-за чего увеличивается аварийность на сетях.

Перебои в работе сетей водоснабжения, частые повреждения труб создают возможность вторичного загрязнения воды. Из-за нехватки средств у «Ижводоканала» ремонтно-восстановительные работы проводятся в сильно урезанном объеме. Реалии таковы, что ни республиканские, ни городские власти в течение ближайших лет не будут иметь финансовых возможностей для оказания помощи водоканалам в проведении этих работ [Республиканская..., 2010].

Все это ставит проблему обеспечения населения питьевой водой нормативного качества и в должном количестве главной и определяющей для Ижевска, ведь с таким трудом очищенная на станциях водоподготовки вода, проходя по изношенным водопроводным трубам, вновь подвергается загрязнению. Об этом свидетельствуют данные контроля состояния водопроводной воды. Так, в 2016 году не соответствовали гигиеническим показателям пробы воды из распределительной сети г. Ижевска по органолептическим показателям и содержанию общего железа.

Доля проб горячей воды, отобранных из распределительной сети на территории г. Ижевска и не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, составила 6,2%. Проб горячей воды не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям в 2016 году выявлено не было. Возбудители инфекционных заболеваний в пробах воды из распределительной сети также не были обнаружены [О состоянии..., 2017].

В целом, число неудовлетворительных проб питьевой воды по санитарно-химическим показателям в точках санитарно-гигиенического мониторинга (источники водоснабжения и разводящая сеть водопровода) для г. Ижевска на 2016 год представлено в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1

Общее количество неудовлетворительных проб питьевой воды по санитарно-химическим показателям в точках санитарно-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в УР» в 2016 году [Оценка..., 2017]

Показатель	Всего проб	Неудовлетворительных проб	% неудовлетв. проб
Алюминий	92	1	1,09
Железо	92	24	26,09
Марганец	92	25	27,17

Далее, рассмотрим некоторые аспекты водопользования Ижевска. Вначале уделим внимание динамике водопотребления и некоторым показателям использования воды.

Как и в целом по Удмуртии, водопотребление в Ижевске имеет тенденцию снижения (рис.3.1.2). В жилищно-коммунальном секторе это, в основном, связано с установкой водосчетчиков и водосберегающих приборов. Изменение водопотребления города представлено на рисунке 3.1.2. По графику отчетливо видна высокая связь этого показателя со временем.

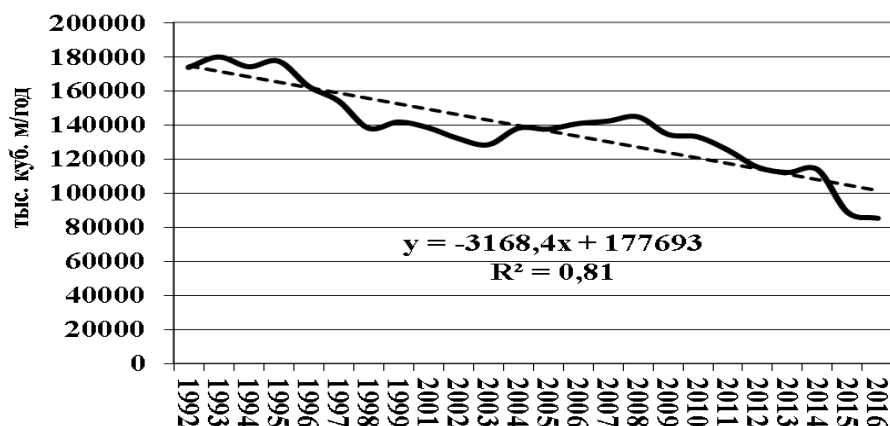


Рис. 3.1.2. Динамика общего водопотребления г. Ижевска [Доклад..., 2017])

В качестве эффективного показателя использования воды можно отметить высокие объемы воды в системах оборотного водоснабжения, в среднем в 8 раз превышающие объемы забранной городом свежей воды (рис. 3.1.3).

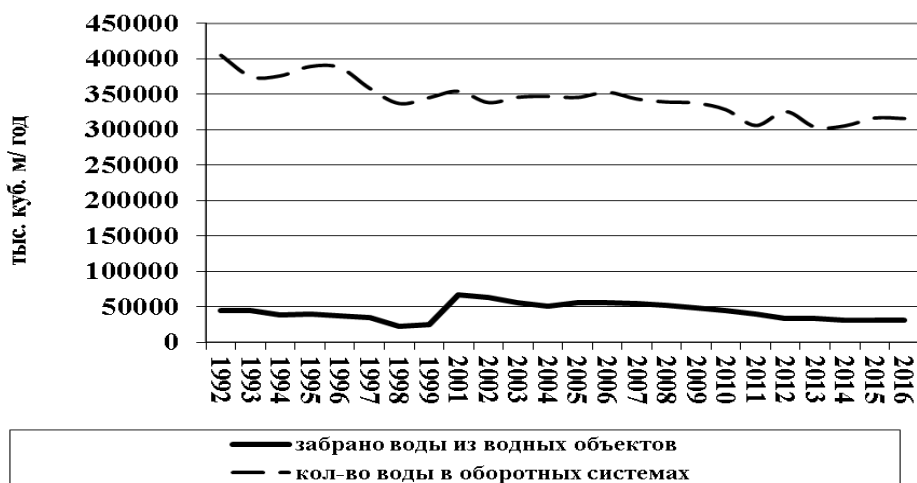


Рис. 3.1.3. Показатель забора воды из водных объектов на фоне объемов использования воды в оборотных системах водоснабжения г. Ижевска [Доклад..., 2017]

Оценка эффективности систем водного хозяйства предлагает использование показателей, характеризующих как технические, так и экономические стороны системы водного хозяйства. Для оценки технического совершенства систем водоснабжения можно использовать показатель использования оборотной воды [Мелиорация..., 1988].

Коэффициент использования оборотной воды ($K_{об}$), рассчитывается по формуле [Мелиорация..., 1988]:

$$K_{об} = \frac{\text{кол-во оборотной воды}}{\text{кол-во оборотной воды} + \text{кол-во свежей воды}} * 100\%$$

Чем ближе $K_{об}$ к 100%, тем эффективнее идет использование воды. Для водного хозяйства Ижевска на 2016 год $K_{об}$ чуть превысил 90 % и в действительности составил:

$$K_{об} = 315802 \text{ тыс. м}^3 / (315802 \text{ тыс. м}^3 + 31123 \text{ тыс. м}^3) * 100\% = 91\%$$

На качество природных вод прямое влияние оказывает организованный сброс сточных вод в водные объекты, т.е. такой вид водохозяйственной деятельности как водоотведение. Его динамика для Ижевска тесно связана с динамикой водопотребления, принимая ту же тенденцию падения, характеризующуюся высокой связью водоотведения города со временем (рис.3.1.4). Это естественно благоприятно для водных объектов города, поскольку способствует ослаблению на них техногенной нагрузки со стороны городских выпусков стоков (рис.3.1.4).

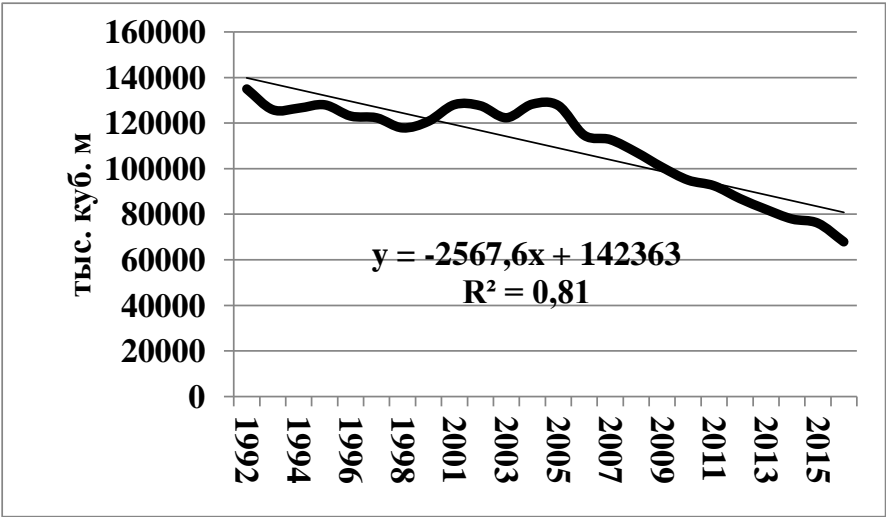


Рис. 3.1.4. Динамика общего водоотведения г. Ижевска [Доклад... , 2017]

Говоря о водоотведении, уместно остановиться на категории отводимых сточных вод. По структуре водоотведения за 2016 год (рис.3.1.5) видно, что водные объекты города принимают, в основном, одну из лучших категорий стоков – нормативно-очищенные сточные воды. Соответствующие требованиям, предъявляемым к ним при сбросе в водные объекты, эти сточные воды наносят водным экосистемам наименьший ущерб. Сброс же загрязненных стоков (сточные воды без очистки или недостаточно очищенные), которые наиболее сильно ухудшают состояние водных объектов - приемников сточных вод, составляет около 15% от общего водоотведения города.

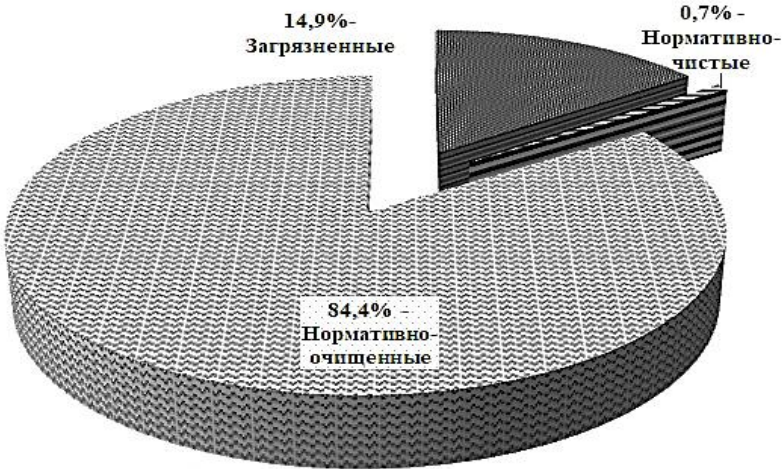


Рис. 3.1.5. Структура водоотведения в водные объекты г. Ижевска на 2016 год [Доклад... , 2017]

Некоторые основные причины невысокого качества питьевой воды были рассмотрены выше – это ухудшающееся санитарно-техническое состояние водопроводных сетей и сооружений, связанное

с высокой степенью их износа и недостатком ремонтно-профилактических работ, а также сброс в источники водоснабжения сточных вод. Помимо этого, на качество воды, которую потребляют горожане, серьезно влияет организация и содержание зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения.

Рассмотрим подробнее характеристики источников питьевого водоснабжения г. Ижевска.

Как уже было сказано, одним из основных источников водоснабжения для городских нужд является Ижевский пруд. В качестве другого источника выступает Воткинское водохранилище, расположенное в 54 км от города. Подземные воды используются незначительно. Доля городского водоснабжения за счет подземных вод составляет менее 0,1%. Скважины имеют, преимущественно, ведомственную принадлежность [Программа..., 2009].

Ижевский пруд, или, правильнее, водохранилище - это искусственный водоем в центральной части Удмуртской Республики на реке Иж, в 189 км от ее устья, который был создан в 1760 году. Это самое большое искусственное водохранилище Удмуртской Республики, а также один из крупнейших уральских заводских прудов.

Ижевский пруд является водохранилищем руслового типа с площадью зеркала 26,4 км². Абсолютные отметки водного зеркала изменяются от 99,8 м в северной части пруда до 99,5 м - в южной части.

Полный объем пруда при нормальном подпорном уровне воды (НПУ) равен 99,5 м составляет 76 млн. м³. По полному объему воды Ижевский пруд относится к небольшим водоемам, по максимальной глубине - к неглубоким, а по площади водного зеркала - к средним водоемам.

Форсированный уровень при пропуске половодья вероятностью превышения 5% - 99,85 м. Уровень мертвого объема составляет 97,26 м [Основные..., 1971].

Урез Ижевского пруда соответствует абсолютной отметке 99,5 м. По мере удаления от берега глубина сравнительно быстро увеличивается и достигает 3-5 метров в верхней части пруда, 5-6 - в нижней части. Длина Ижевского водохранилища - 12 км. Максимальная ширина на участке Вараксинского залива - 2,3 км.

С образованием пруда произошло уменьшение скоростей течения с характерных для рек региона 0,3 - 0,5 м/с и более до величин порядка нескольких сантиметров в секунду. Нередко наблюдается либо застой воды, либо неустойчивые и слабые ветровые течения. Это влечет за собой осаждение принесенных реками и ручьями взвешенных частиц, то есть развитие характерного для водохранилищ процесса заилиения.

Вблизи правобережных берегов течение воды практически отсутствует. Сложная по очертаниям береговая линия, наличие заливов («карманов») способствует формированию застойных явлений и повышенных концентраций отдельных загрязнителей. Встречающиеся заросли макрофитов усугубляют этот фактор.

Первые осенние ледовые образования (забереги, сало и др.) обычно появляются в первой декаде ноября. В это же время в некоторые годы в водах пруда происходит очень редкое природное явление - образование придонного льда (плавающая ниже уровня воды рыхлая аморфная масса белесого цвета). Придонный лед затрудняет работу водозаборных сооружений, оголовки водозаборов зарастают придонным льдом, что уменьшает производительность насосов.

Ледостав на пруду в среднем устанавливается к середине ноября. Максимальная за зиму толщина льда наблюдается к концу марта и в среднем составляет на пруду 0,7 - 0,8 м (самые максимальные значения - 1,0 - 1,2 м). Ледоход в весенний период не наблюдается, лед тает в акватории пруда. Общая продолжительность периода с ледовыми явлениями изменяется от 130 до 190 суток, составляя в среднем 160-170 суток.

Колебания уровня воды в Ижевском пруду в летний и зимний периоды вызваны в основном состоянием водности реки Иж и ее притоков, а также объемами водопотребления для хозяйственно-питьевых нужд. В целом колебания уровней воды в пруду происходят в интервале от 99,5 до 98,2 м абсолютных отметок; амплитуда колебаний невелика и составляет всего 0,5 - 1,2 м [Ижевский пруд..., 2002].

Водосборная площадь Ижевского пруда включает в себя водосборные площади рек: Иж, Шабердинка, Малиновка, Пазелинка, Подборенка, Люк, Чур и других малых водотоков, и, в целом, составляет 1670 км². Водность рек определяется климатическим фактором и условиями подземного питания. Для верхнего участка р. Иж и ее притоков среднемноголетний модуль годового стока составляет 5,0 л/сек. км².

Площадь водосбора Ижевского пруда в административном отношении находится на территории Завьяловского и Якшур-Бодьинского районов Удмуртии. На состояние вод как Ижевского, так и других водохранилищ огромное и трудно контролируемое влияние оказывают

неорганизованные источники загрязнения, расположенные в области питания водоемов, особенно в сельской местности.

В бассейне Ижа - по берегам рек, впадающих в Ижевский пруд, и по берегам Воткинского водохранилища расположен ряд населенных пунктов (Верхний Люк, Люк, Новый Сэнтэк, совх. Трудовая пчела, Истомино, Костоватовская, Галево, Малиновка, Камское, Велошинка, Митино, Степаново, Коряки, Кусты, Коневод, Фоки, Гаревая, Заря, г. Чайковский), в которых большинство промышленных и сельскохозяйственных предприятий не имеют локальных очистных сооружений.

Сельские населенные пункты не оснащены очистными сооружениями канализации. В результате, более половины образовавшихся сточных вод сбрасывается без очистки. Имеющиеся очистные сооружения работают неэффективно, и нормативной очистке подвергаются около 7% стоков от всего объема сточных вод. Населенные пункты, скотные дворы на животноводческих фермах, скотомогильники и места свалок не благоустроены. Отвод сточных вод осуществляется в выгреб, помойные ямы и жижеборники, которые зачастую строились без проектной документации, с нарушением нормативных и строительных требований, в результате чего такие сооружения дренируют поверхностный и грунтовый сток [Программа..., 2009].

Нельзя забывать и о загрязнении Ижевского пруда талыми снеговыми и дождевыми водами, активно поступающими с центральной и западной части территории города, а также выпадающими на его поверхность загрязняющими примесями из выбросов промышленных предприятий.

Все вышеперечисленное ведет к загрязнению подземных, поверхностных вод и прибрежных зон водоема. Положение усугубляется несовершенством гидротехнической схемы Ижевского водохранилища. Плотина перегораживает р. Иж в нижнем (по течению реки) замыкании пруда. Выше пруда на р. Иж и ее притоках гидротехнические узлы отсутствуют. Поэтому в периоды паводков излишки воды сразу же сбрасываются и, таким образом, в течение большей части летне-осеннего периода сток воды из пруда минимальный, т.е. режим практически застойный. Наиболее высокие весенние паводки, формирующиеся в результате снеготаяния, несут массу загрязнителей, накопившихся в снежном покрове в течение зимы, что обуславливает заиливание пруда и, соответственно, накопление ингредиентов, еще более ухудшающих качество воды [Программа..., 2009].

Одной из главных причин загрязнения поверхностных источников водоснабжения является ежегодное поступление в них сточных вод, часть из которых сбрасывается без очистки. Основными загрязняющими веществами, поступающими в водные объекты со сточными водами, являются нефтепродукты, марганец, железо, алюминий, медь, фенолы, цинк, легкоокисляемые органические вещества.

Говоря о сбросах сточных вод в Ижевский пруд, можно отметить положительную для экосистемы этого водоема тенденцию снижения водоотведения, что, естественным образом, благоприятно сказывается на качестве воды (рис. 3.1.6).

Как указывалось выше, подземные воды для водоснабжения Ижевска используются мало, являясь резервом для питьевого водоснабжения в особый период и на случай чрезвычайных ситуаций. При этом необходимо сокращать использование подземных вод для промышленно-технических целей, отдавая предпочтение использованию защищенных водоносных горизонтов для хозяйственно-питьевого водоснабжения города.

В связи с расширением города и застройкой его окраин возникла большая проблема с обеспечением питьевой водой малых населенных пунктов, которые вошли в городскую черту Ижевска. Техническое состояние эксплуатируемых систем водоснабжения в них находится в основном в неудовлетворительном состоянии, а зачастую и в аварийном.

Порядка 90% артезианских скважин, водонапорных башен и инженерных коммуникаций (сетей и т.д.), планируемых к передаче в муниципальную собственность и находящихся в малых населенных пунктах, вошедших в городскую черту, работают со сверхнормативным сроком службы. Водозаборные сооружения подземных вод не имеют организованных зон санитарной охраны, которые без согласования с балансодержателем зачастую самопроизвольно застраиваются предприятиями, организациями и частными лицами; оборудование морально и физически устарело и изношено, водопроводные сети проложены с грубейшими нарушениями существующих нормативных документов [Программа..., 2009].

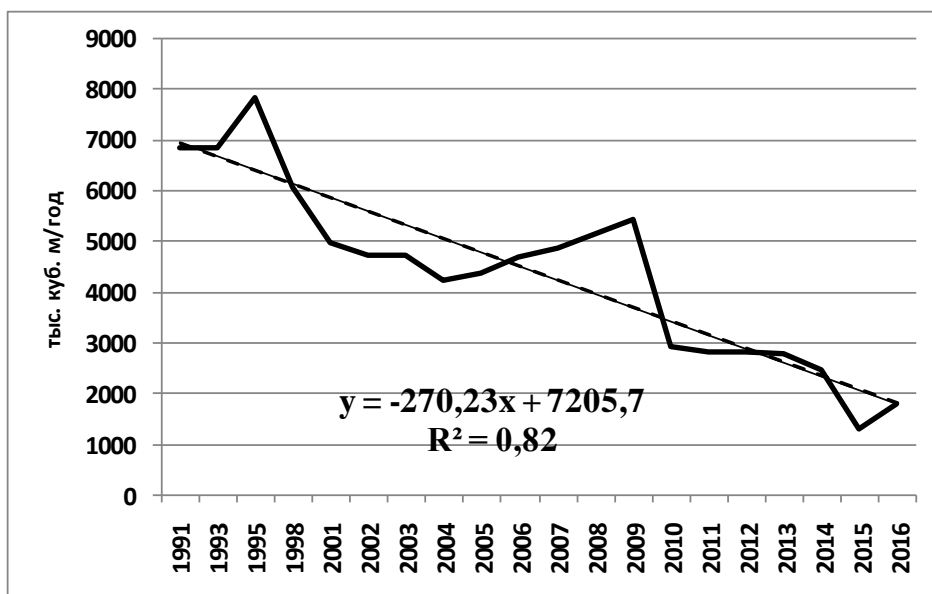


Рис. 3.1.6. Динамика отведения сточных вод в Ижевский пруд [Доклад..., 2017])

Основными проблемами обеспечения населения качественной питьевой водой из подземных источников являются:

- несоответствие качества воды в самом источнике по бору, барии, водородному показателю, нитратам и радиологии;
- отсутствие очистных сооружений;
- отсутствие в населенных пунктах централизованной или локальной канализации;
- удаленность населенных пунктов от объектов для сброса (отвода) канализации.

На основании экспертного заключения «Оценки перспектив использования подземных вод на территории г. Ижевска», сделанного Гидрогеоэкологической научно-производственной и проектной фирмой «ГИДЭК», подземные воды города по своему химическому составу близки к поверхностным водам, что определяется условиями залегания и питания подземных горизонтов. Под воздействием техногенного загрязнения качество подземных вод, приуроченных к «верхним» (залегание до 30 – 40 м) пластам, ухудшается вследствие попадания в воды нитратов, хлоридов, повышения общей жесткости и общей минерализации воды (см. раздел 3.5).

Для решения наболевших проблем в водоснабжении жилищно-коммунального сектора Удмуртии в 2015 году была утверждена государственная программа Удмуртской Республики «Комплексное развитие жилищно-коммунального хозяйства Удмуртской Республики» с паспортом подпрограммы «Обеспечение населения Удмуртской Республики питьевой водой».

Ожидаемыми конечными результатами от реализации данной подпрограммы будут являться: увеличение доли населения, обеспеченного питьевой водой нормативного качества; сокращение потерь воды в сетях централизованного водоснабжения; снижение числа технологических инцидентов в системах водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод, повышение эффективности функционирования систем коммунальной инфраструктуры; снижение доли уличной водопроводной сети, нуждающейся в замене, к 2020 до 46,1%, а доли уличной канализационной сети, подлежащей замене – до 48,8% [Постановление..., 2017].

Жителям Ижевска остается надеяться, что воплощение этой программы в жизнь приведет к разрешению многих проблем в водном хозяйстве города и будет способствовать улучшению систем водоснабжения и водоотведения. Реализация подпрограммы «Обеспечение населения Удмуртской Республики питьевой водой» в столице республики должна пройти через решение широкого круга сложных вопросов.

В Ижевске необходимо переводить предприятия, осуществляющие водоснабжение за счет МУП г. Ижевска «Ижводоканал» на обратное или повторно-последовательное водоснабжение; продолжать работы по установке приборов учета воды на предприятиях, организациях и в жилых домах; с целью экономии водных ресурсов всем водопользователям необходимо неукоснительно

соблюдать установленные лимиты забора воды и, безусловно, назревшей необходимостью являются профилактические работы по поиску скрытых утечек и мест повреждения труб.

Уже на сегодняшний день в Ижевске были выполнены некоторые мероприятия, способствующие охране одного из основных для города источника воды – Ижевского пруда. Так, в 2016 году были завершены работы по объекту «Экологическая реабилитация Ижевского водохранилища на р. Иж в городе Ижевске Удмуртской Республики» по заказу Минприроды УР. При этом были выполнены работы по устройству ограждающих дамб и магистральных разводящих трубопроводов на картах намыва; посадке биоплато в картах намыва донных отложений и складированию макрофитов; удалению макрофитов с иловыми отложениями; очистке от донных отложений и рекультивации карты складирования макрофитов. В результате реализации мероприятия объем выемки донных отложений составил 871,0 тыс. м³, площадь очищенной акватории - 113,64 гектара. Затраты на реализацию мероприятий составили 478678,8 тыс. руб., в том числе из средств федерального бюджета - 371593,7 тыс. руб. и бюджета Удмуртской Республики - 107085,1 тыс. руб. [Доклад..., 2017].

Кроме того, на ОАО «Ижсталь» с целью снижения негативного воздействия пылевидных загрязнений на водоем поддерживается технология эффективной очистки выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на электросталеплавильном производстве (полная замена фильтровальных рукавов в системе газоочистки электросталеплавильного комплекса). Эта мера будет способствовать снижению поступления загрязняющих веществ на водную гладь пруда от факела промышленного производства.

3.2. О качестве воды Ижевского пруда как источника питьевого водоснабжения

О проблемах с качеством воды Ижевского пруда известно давно. Одним из наиболее ранних, дошедших до нас упоминаний об этом, являются свидетельства А.А. Романова, который не только беззаветно исполнял свой медицинский долг, как врач Ижевской земской больницы, но и занимался изучением водных объектов нашего города. В 1876 году им был составлен отчет – «Исследование вод Ижевского завода» [Романов, 1876], содержащий сведения о проделанной им работе по гидрохимическому опробованию поверхностных и подземных вод и весьма интересных полученных результатах.

Пробы воды реки Иж отбирались для определения химических, физических и органолептических показателей. Отбор проб производился два раза в год – в марте и в мае. В результате обработки данных по качеству воды пруда впервые были сделаны выводы о величине некоторых показателей качества воды (мутность и цветность воды, содержание легкоокисляемого органического вещества, ионов хлора, аммиака, нитритов и нитратов) и их изменении по гидрологическим циклам (зимняя межень и весенний паводок).

Этим исследователем было отмечено, что в весенний период происходит увеличение в прудовой воде количества органических веществ и ионов хлора. Напротив, анализы проб воды, отобранных зимой, показывали лучшие результаты. В этот период в воде отсутствовали аммиак и нитриты, обнаруживались следовые количества нитратов, относительно небольшое количество органического вещества (по БПК) и пониженное содержание хлоридов.

Причины весеннего повышения загрязненности воды ученый XIX века находил в деятельности ижевчан, а именно, в складировании экскрементов домашних животных и человека на берегах пруда и дальнейший вынос отходов жизнедеятельности скота и людей с поверхностным стоком в пруд при весеннем снеготаянии. Вот как об этом пишет сам Романов: «... Вода в реке Иж по выходе из шлюзов показала сильную разницу зимой и весной и эту разницу нельзя объяснить порчей лишь от фабрики, а ближе всего объяснить порчей воды в самом пруду и при том по берегам селения Ижевского завода» [Романов, 1876]. Так впервые, официально, из рукописи врача более сотни лет назад прозвучало о влиянии города Ижевска на качество воды пруда и реки Иж ниже него по течению.

В наш век наиболее остро вопрос с качеством воды Ижевского пруда встал в начале 2000-х гг., в связи с резким ухудшением состава прудовой воды в теплый период 2003 года. Можно сказать, что с этого времени начался новый этап в борьбе за достижение нормативного качества питьевой воды, забранной из водохранилища.

Осуществляются поиски решения по улучшению экологического состояния водоема, а в качестве причин, экологического неблагополучия Ижевского водохранилища рассматривается несоответствие его потенциала самоочищения величине техногенной нагрузки, создаваемой современным городом. При этом потенциал самоочищения по мере развития процессов эвтрофирования имеет тенденцию к понижению, а нагрузка – к росту. Взаимодействие этих факторов ведет к снижению потенциала самоочищения и усугублению последствий внешних воздействий на водохранилище [Отчет..., 2004].

В данной монографии оценка качества прудовой воды осуществлялась за период времени, в который наблюдается наибольшая сходимость количества отборов проб по разным показателям качества воды. При исследовании базы данных, собранной за период с 1993 по 2016 гг., был выявлен временной ряд, отвечающий данному требованию – это период опробования с 2002 по 2016 гг.

Для оценки качества речных вод вначале рассчитывались простейшие статистические показатели: максимальная (S_{max}), минимальная (S_{min}), средняя арифметическая (\bar{S}) концентрация вещества за период наблюдения, медиана (M_e), мода (M_o), повторяемость случаев превышения ПДК (α_{ij}), средняя кратность превышения ПДК ($\bar{\beta}_{ij}$), среднее квадратическое отклонение (σ_s), коэффициент вариации ($C_{vs.}$), равный отношению: σ_s/\bar{S} .

Результаты расчетов простейших статистических показателей для Ижевского пруда приведены в таблице 3.2.1.

Кроме того, качество воды пруда оценивалось комплексно. Согласно РД 52.24.643-2002 [РД..., 2002], оценка качества природных вод предполагает использование комплексного показателя УКИЗВ (Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды), рассчитываемый по формуле:

$$S'_j = \frac{S_j}{N_j},$$

где S'_j - удельный комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе; S_j - комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе; N_j - число учитываемых в оценке ингредиентов [РД..., 2002].

Комбинаторный индекс загрязненности воды определяется как сумма обобщенных баллов (S_{ij}) по следующей формуле:

$$S_j = \sum_{i=1}^{N_j} S_{ij},$$

где S_j - комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе; N_j - число учитываемых в оценке ингредиентов.

Поскольку состояние прудовой воды исследовалось в месте водозабора Новых головных водопроводных сооружений, в качестве нормативов были взяты ПДК загрязняющих веществ для водных объектов - источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. Расчет УКИЗВ проводился по следующим показателям качества воды: pH, сульфаты, хлориды, аммоний, нитриты, нитраты, железо общее, марганец, кремний, нефтепродукты, фенолы, растворенный кислород, БПК₅, ХПК.

Ниже, вначале приведены результаты упрощенной оценки загрязненности воды по каждому из рассматриваемых показателей, после чего дана комплексная оценка загрязнения прудовой воды. При этом более подробно рассмотрены показатели, связанные с проблемами органического загрязнения воды.

Величина pH в Ижевском пруду за рассматриваемое время изменялась в широких пределах: от 7,35 до 8,61, что соответствует нейтральной, слабощелочной и щелочной реакции водной среды (табл. 3.2.1). Внутригодовое распределение показателя соответствует естественному - максимум показателя приходится на летний и осенний периоды года, при интенсивном поглощении в это время углекислоты в процессе фотосинтеза, минимальное среднее значение pH характерно для зимнего периода.

Рассматривая изменение значений водородного показателя за десятилетний период можно говорить об очень слабой его изменчивости – коэффициент вариации показателя самый низкий среди других показателей и составляет всего 0,044 (табл. 3.2.1) – что свидетельствует о стабильности величины pH воды водоема за данный отрезок времени.

Таблица 3.2.1

Упрощенные статистические показатели загрязненности воды
Ижевского пруда за 2002 – 2016 гг.

Ингредиенты	\bar{S}	M_e	M_o	S_{max}	S_{min}	S_{max}/S_{min}	$S_{max}-S_{min}$	α_{ij} (%)	$\bar{\beta}_{ij}$	σ_s	C_{vs}
Аммоний ион (мг/л)	0,347	0,367	0,025	1,160	0,025	46,4	1,135	0	-	0,21	0,60
А-ПАВ (мг/л)	0,016	0,013	0,013	0,037	0,013	2,85	0,024	0	-	0,01	0,34
БПК ₅ (мгО ₂ /л)	2,16	1,91	0,25	6,99	0,25	27,96	6,74	43,18	1,70	8,92	0,07
рН (ед. рН)	7,87	7,93	7,47	8,61	7,35	1,17	1,26	3,03	1,01	0,35	0,04
Железо общее (мг/л)	0,439	0,38	0,38	3,7	0,15	24,67	3,55	1,52	1,13	0,39	0,89
Кислород (мг/л)	6,93	6,87	9,3	12,3	1,74	7,07	10,56	13,64	1,32	2,59	0,37
Кремний (мг/л)	6,29	6,81	8,68	10,9	0,25	43,6	10,65	1,52	1,05	2,64	0,42
Марганец (мг/л)	0,161	0,077	0,053	0,61	0,009	68,54	0,601	0	-	0,16	0,99
Нефтепродукты (мг/л)	0,021	0,021	0,031	0,045	0,008	5,49	0,037	0	-	0,01	0,35
Нитраты (мг/л)	1,53	0,795	0,05	5,6	0,05	112	5,55	0	-	1,41	0,92
Нитриты (мг/л)	0,044	0,041	0,047	0,162	0,015	10,66	0,147	0	-	0,02	0,40
Окисляемость перманганатная (мгО ₂ /л)	8,75	8,32	12,6	15,1	4,45	3,4	10,65	-	-	2,69	0,31
Сульфаты (мг/л)	11,97	12,10	12,9	23,8	2,8	8,5	21	0	-	3,22	0,27
Сухой остаток (мг/л)	237,16	234,00	304	325	134	2,43	191	0	-	50,55	0,21
Фенолы (мг/л)	0,001	0,001	0,00025	0,003	0	-	0,003	0	-	0,0004	0,40
Хлориды (мг/л)	13,77	13,50	11,6	23,7	6,53	3,63	17,17	0	-	3,84	0,28
Цветность (градусы ПКШ)	34,39	31,95	39,4	62,1	17,3	3,59	44,8	0	-	10,56	0,31
ХПК (мгО ₂ /л)	28,99	28,5	34	52	13,1	3,97	38,9	98,47	1,95	9,04	0,31

Согласно Приложениям Е и Ж РД 52.24.643-2002 загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (3,03%) оценивается как «единичная», а по значению кратности превышения ПДК (1,01) оценивается как «низкая».

БПК₅ воды за рассматриваемое время менялось от 0,25 мгО₂/л до 6,99 мгО₂/л. При этом, сезонная динамика значений этого показателя близка к естественному режиму - рост содержания легкоокисляемого органического вещества в прудовой воде начинается с поздней весны, достигая пика в летний период, и несколько снижаясь к осени. Однако, есть единичные отклонения в ходе показателя в виде роста его значений в зимнюю межень.

Стоит вспомнить, что более ранний анализ изменения этого показателя (за период с 1999 по 2003 гг.) выявил отчетливые отклонения хода значений БПК₅ от естественного режима [Гагарина, 2007]. Так, на фоне обычного повышения этого показателя в период осенних и летних паводков, зимние значения БПК (когда поступление органических соединений с поверхности водосбора пруда практически исключено) превышали весенние. Это свидетельствует о продолжающихся в этот период процессах биохимического разложения в водной толще, то есть об интенсивном органическом загрязнении водоема зимой. При этом среднее зимнее значение БПК₅ за промежуток времени с 1993 по 2003 гг. оказалось почти в два раза выше аналогичного значения за период с 2006 по 2016 гг.

Межгодовая изменчивость БПК характеризуется, как и в случае с рН, самым низким коэффициентом вариации (табл. 3.2.1).

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (43,3%) оценивается как «устойчивая», по значению кратности превышения ПДК этого показателя (1,7) характеризуется как «низкая».

Окисляемость бихроматная (химическое потребление кислорода, далее, ХПК) колебалась от 13,1 до 52,0 мг О₂/л. Основной рост этого показателя приходится на раннюю осень (сентябрь), второй, меньший по значениям пик, фиксируется летом. К зиме средняя величина ХПК воды снижается почти в 1,5 раза от значений за летне-осенний период.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (98,5%) оценивается как «характерная», а по значению кратности превышения ПДК (1,95) оценивается как «низкая».

Внутригодовое распределение показателя близко к естественному режиму и достаточно равномерно в течение всего года. Так, наименьшее среднее значение показателя в зимний период, составившее 23,7 мг О₂/л, лишь в 1,4 раза ниже среднего значения ХПК за весенний период, когда величина бихроматной окисляемости достигает своего максимума (34,2 мг О₂/л).

Цветность воды, как и свойственно этому показателю в природных условиях, изменялась по гидрологическим циклам: от 17,3 град. платино-кобальтовой шкалы (ПКШ) (зимняя межень) до 62,1 град. ПКШ (спад весеннего половодья). Указанный широкий интервал цветности включает следующие градации природных вод: почти лишенные окраски и слабоокрашенные (межень), воды среднеокрашенные и воды повышенной окрашенности (весеннее половодье и дождевые паводки).

Цветность воды Ижевского пруда начинает резко возрастать в весенний период, достигая пика в летнее время, и снижаясь к осени до значений чуть ниже весенних показателей.

Хочется отметить, что для внутригодовых изменений цветности и окисляемости воды характерна общая цикличность с увеличением этих показателей в периоды поступления паводочных вод в водохранилище. Рост этих показателей качества воды начинается на спаде весеннего половодья, а максимальные пики приходятся на летний период, когда смыв гумусовых веществ возрастает в результате обильных и частых дождевых паводков.

Под влиянием физических (седиментация взвесей), физико-химических (коагуляция коллоидов) и биохимических (минерализация органического вещества) процессов в водохранилище происходит снижение цветности и окисляемости воды. При этом фитопланктон и высшая водная растительность – мощные источники автохтонного органического вещества.

Для качественной характеристики органического вещества можно использовать соотношение цветности и перманганатной окисляемости – величину коэффициента цветности (**Ц/ПО**) [Даценко, 1984]. Основной причиной значительных колебаний в соотношении цветности и окисляемости является образование в водоеме легкоокисляемых органических соединений. Наибольшие величины коэффициента цветности приходятся на периоды максимального поступления с поверхности водосбора гумусовых веществ и соединений железа, участвующих в формировании цветности воды. Коэффициент цветности воды изменяется в соответствии с увеличением в водохранилище нестойкой органики автохтонного происхождения. Это проявляется в существовании обратной связи величины **Ц/ПО** с численностью фитопланктона (**ЧФ**) (рис.3.2.1).

Показателем трансформации органического вещества в водной толще служит соотношение между значением перманганатной окисляемости (ПО) и ее легкоокисляемой частью (в пересчете на БПК₅). Сезонные отношения величины БПК₅ к значению ПО в воде Ижевского пруда достаточно велики. Обращает на себя внимание тот факт, что БПК превышает величину ПО не только в периоды, когда цветение водорослей приводит к закономерному появлению в воде значительного количества нестойкого органического вещества планктонного происхождения (апрель, май, июнь месяцы), но и в холодный период года – в декабре и январе (рис. 3.2.2).

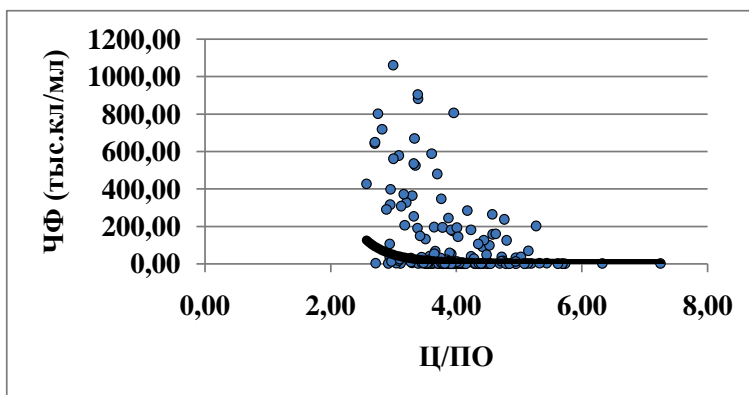


Рис. 3.2.1. Обратная зависимость между коэффициентом цветности и численностью фитопланктона для Ижевского пруда

Пики числа клеток фитопланктона фиксируются, в основном, в ранне-осенний период, особенно, в сентябре месяце (рис. 3.2.3), а также летом. В межгодовой динамике отмечен слабый рост этого показателя.

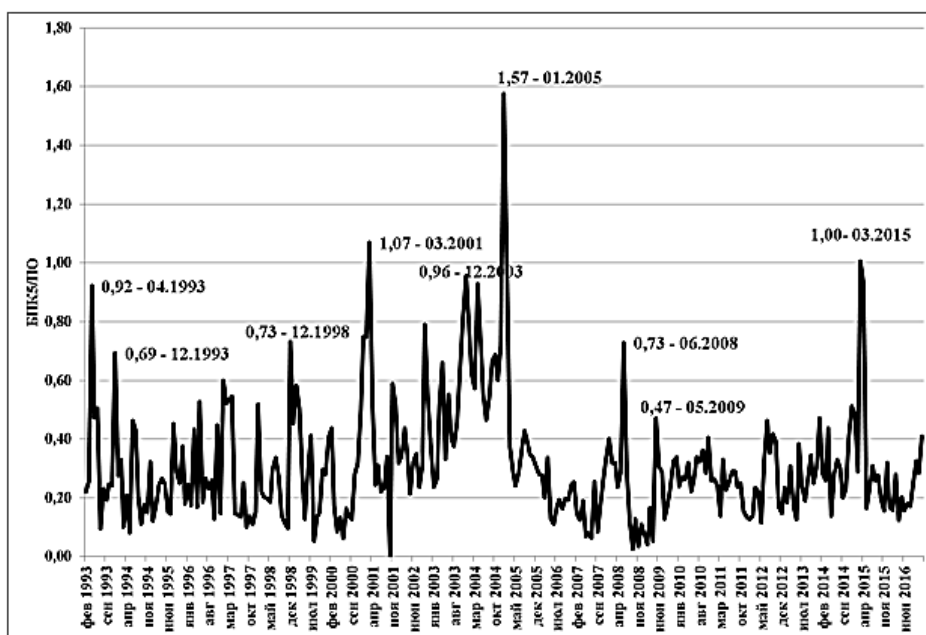


Рис. 3.2.2. Динамика соотношения между общим содержанием органического вещества и его легкоокисляемой частью в водах Ижевского пруда

Для изменчивости коэффициента цветности характерны закономерные максимумы в апреле, когда в результате таяния снежного покрова на водосборе, в акваторию Ижевского пруда поступает значительное количество гумусовых веществ и соединений железа. Минимумы коэффициента цветности типичны для осени и зимы (рис. 3.2.4).

При исследовании зависимости между отдельными показателями, характеризующими содержание органических соединений – ПО, ХПК, БПК, Ц/ПО и числом клеток фитопланктона (ЧФ) были рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона (r). В основном, число пар значений (n) за период, по которому имелись данные по численности фитопланктона (2002-2016 гг.) составило 162. Для ХПК, в силу более короткого временного ряда (2004-2016 гг.), число пар значений в корреляционной связи составило 146 (табл. 3.2.2).

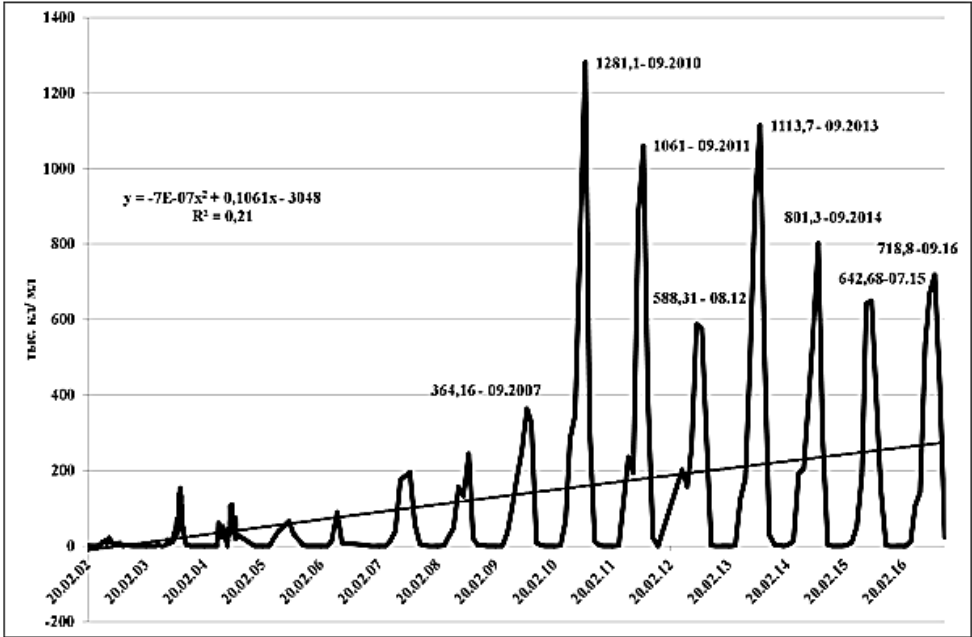


Рис. 3.2.3. Динамика числа клеток фитопланктона в водах Ижевского пруда

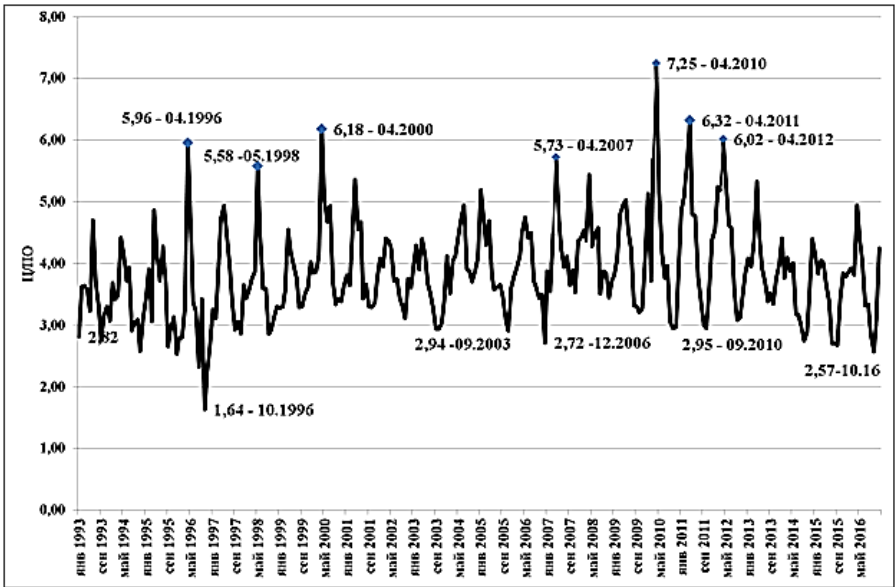


Рис. 3.2.4. Динамика коэффициента цветности вод Ижевского пруда

Наибольшую связь число фитопланктона в водах пруда за рассматриваемый период имеет с показателем общего органического загрязнения – ХПК. Эта связь приближена к значимым корреляционным связям ($r > 0,65$). Графики, показывающие тенденцию изменения этих показателей воды Ижевского пруда за равное время наблюдения являются схожими (рис. 3.2.5, 3.2.6).

Таблица 3.2.2

Характеристика корреляционной связи для числа клеток фитопланктона (ЧФ)

Показатель качества воды	ПО		ХПК		БПК		ЦПО	
	п	г	п	г	п	г	п	г
ЧФ	162	0,60	146	0,62	162	0,21	162	-0,40

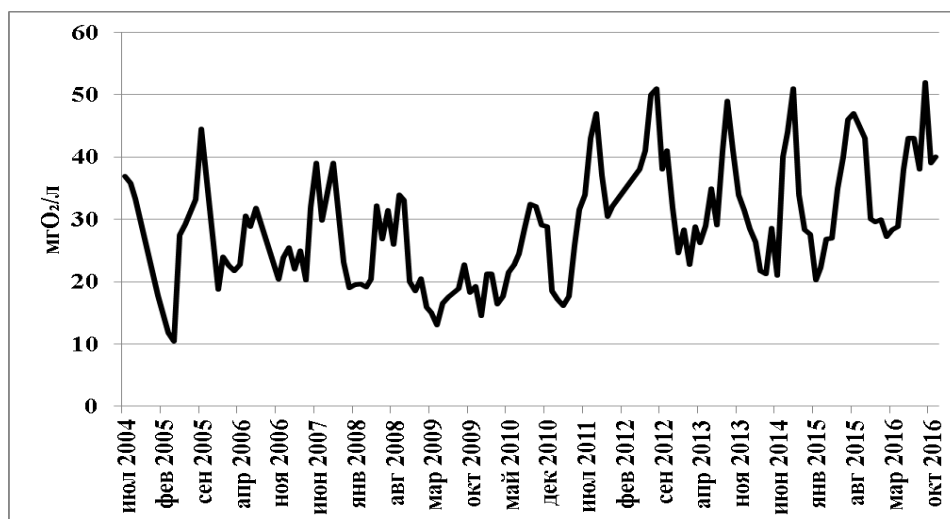


Рис. 3.2.5. Динамика изменения ХПК

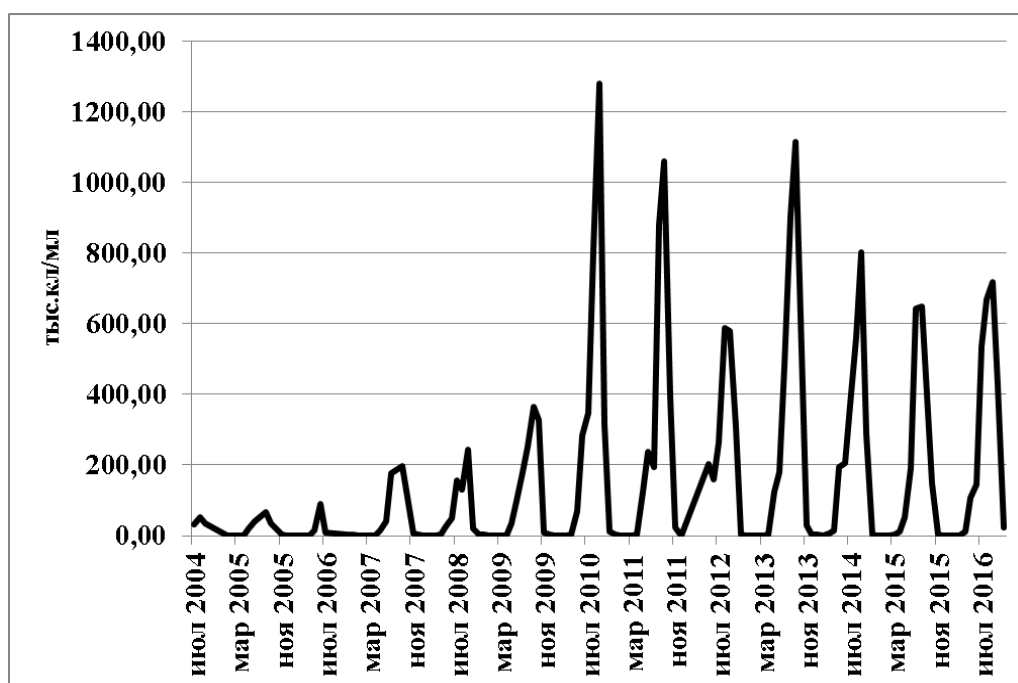


Рис. 3.2.6. Динамика изменения числа клеток фитопланктона

После необходимого отступления к вопросу органического загрязнения прудовых вод, продолжим упрощенную оценку загрязненности воды.

Содержание **растворенного кислорода** в водах пруда изменялось от 1,74 до 12,3 мг/л. При этом минимальные значения, как этого и стоило ожидать, были присущи зимней межени, когда водоем покрыт льдом, а максимальные концентрации кислорода в воде свойственны периоду перед ледоставом, в ноябре месяце. По данному показателю, отвечающему за благополучие водной экосистемы, отмечены нарушения ПДК. Загрязненность воды по значению повторяемости нарушения ПДК этого показателя (13,6%) оценивается как «*неустойчивая*», а по значению кратности превышения ПДК (1,32) оценивается как «*низкая*».

Значения **сухого остатка** воды изменялись незначительно: от 134 до 325 мг/л, что классифицирует воды пруда в разные фазы гидрологического режима как воды с малой минерализацией (паводки) и воды средней минерализации (межень). Максимальные значения показателя свойственны зимней межени. Минимальные величины – спаду весеннего половодья (май месяц). Превышений ПДК не зафиксировано.

Рассматривая внутригодовую динамику содержания отдельных минеральных соединений, можно зафиксировать следующие особенности. По наиболее растворимым в воде солям - хлоридам - можно отметить приближенный к естественному ходу, режим показателя: выраженный рост в зимнюю межень. Однако, зафиксированы и достаточно высокие содержания хлоридов в воде пруда в весенний период. Такой же гидрохимический режим свойственен и содержанию нитратов. А в случае с сульфатами некоторые максимумы в мае даже превышали зимние значения. Все это свидетельствует о неестественном формировании данных показателей качества воды, что вызвано интенсивным смывом минеральных солей с городской территории в период весеннего снеготаяния.

По нитритам также имеются отклонения от естественной динамики - на фоне закономерных весенне-зимних максимумов фиксируется их высокое содержание в вегетационный (летний) период, что является отражением замедления процессов нитрификации и, как следствие, снижения самоочищающей способности воды пруда летом.

Подобное можно сказать и по аммонии – весенние и летние максимумы данного показателя являются отклонением от естественного внутригодового распределения (с минимальными значениями в вегетационный период). В данном случае естественная динамика также нарушена вследствие выноса этих соединений с водосбора пруда. Нарушения санитарно-гигиенических нормативов по вышеперечисленным минеральным соединениям отсутствуют.

По содержанию металлов превышения ПДК для источника питьевого водоснабжения отмечены по кремнию и железу общему. Однако повторяемость этих превышений невысока и характеризует загрязненность прудовой воды по ним как «*единичную*». Железо, наряду с марганцем является еще и самым варьруемым показателем (табл. 3.2.1).

Сезонная динамика содержания кремния характеризуется естественным пиком в зимнюю межень. По общему железу фиксируется два максимума – весной и летом. Содержание марганца в воде Ижевского пруда повышается в зимний и весенний периоды при резком снижении летом и осенью, что может быть связано с процессами окисления Mn^{II} до MnO_2 и осаждения его на дно водного объекта. Превышения санитарно-гигиенических нормативов по содержанию в речной воде соединений железа, марганца объясняются ландшафтно-геохимическими особенностями бассейнов рек лесной зоны Предуралья.

Из антропогенных загрязнителей в списке представленных здесь показателей присутствуют нефтепродукты, фенолы и А-ПАВ. Превышений ПДК по ним за исследуемое время не зафиксировано. Выраженное внутригодовое распределение также отсутствует (особенно, это касается динамики содержания в водах пруда А-ПАВ). Незначительный рост содержания нефтепродуктов и фенолов в воде пруда свойственен теплomu периоду - с мая по октябрь месяцы.

Расчет комплексного показателя УКИЗВ показал, что вода Ижевского пруда в районе водозабора Новых головных сооружений относилась за десятилетний период исследования к первому и второму классам качества (рис. 3.2.7) из пяти градаций качества воды в этой классификационной сетке. И характеризовалась, соответственно, как «*условно чистая*» и «*слабозагрязненная*». В среднем за период с 2006 по 2016 гг. УКИЗВ составил 1,15.

Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносит ХПК, хотя этот показатель и не относится к критическим показателям качества воды ($S_{ij} \geq 9$), но близок к таковым. Начиная с 2012 года, обобщенный балл (S_{ij}) по ХПК при расчете УКИЗВ составляет выше восьми. И хотя повышенное содержание органического вещества (в пересчете на ХПК) в поверхностных водах типично для рек таежной зоны (происходит активный вынос гумусовых веществ из почвенного

покрова залесенных и заторфованных территорий), постепенный рост этого показателя в водах пруда обращает на себя внимание.

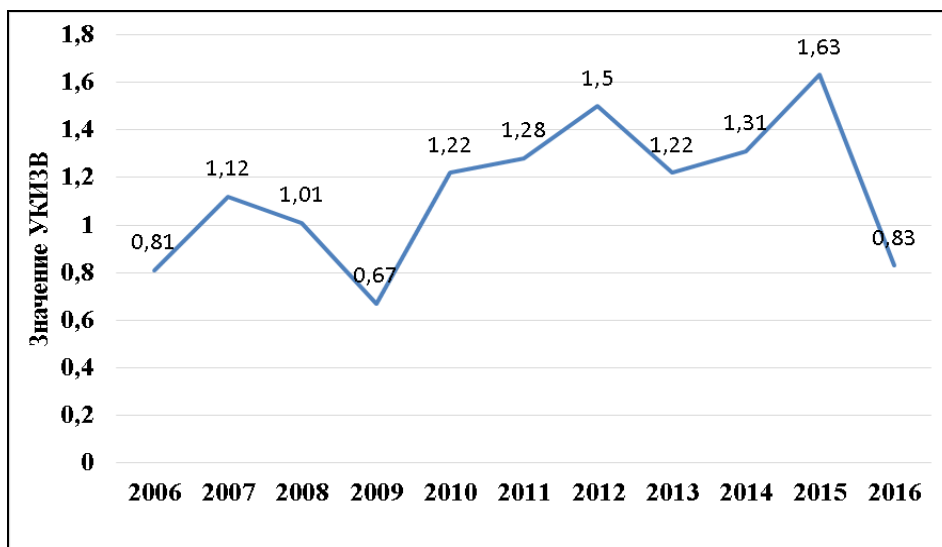


Рис. 3.2.7. Динамика удельного комбинаторного индекса загрязненности воды Ижевского пруда с 2006 по 2016 годы

Исследование временной динамики качества воды

Временная динамика качества воды рассматривается на сегодняшний день, главным образом, на примере водных объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения. Именно по ним, как правило, имеется достаточный ряд регулярных наблюдений.

В данном контексте наиболее насущным является исследование динамики органического вещества, биогенных соединений, содержания растворенного кислорода и антропогенных загрязнителей.

Как было упомянуто выше, в настоящей работе для выявления связей между показателями качества воды был использован корреляционный анализ. Кроме того, для оценки возможного изменения этих показателей с течением времени применен регрессионный анализ.

Данная аналитическая работа выполнена на основе материалов систематических наблюдений МУП «Водоканал г. Ижевска» в районе Новых головных сооружений за период с 1993 по 2016 гг. Надежная интерпретация данных обоснована продолжительным временным рядом статистического материала, полученного по единой методологии.

За рассматриваемый период количество отборов проб для большинства показателей качества воды составило от 282 до 285. Меньшая представленность опробования была характерна для нефтепродуктов (258 знач.), фенолов (247 знач.), кремния (222 знач.). Данные по ХПК воды Ижевского пруда были обобщены за период с 2004 по 2016 гг., поэтому численный ряд по данному показателю ограничился 146 значениями.

Как показали данные корреляционного анализа, значимых связей между показателями качества воды в районе водозабора Новых головных сооружений, было установлено мало. Это связано с многообразием процесса формирования качества воды на данном левобережном участке водоема. Отсутствием здесь прямого влияния организованных сбросов сточных вод при приоритетном рассредоточенном воздействии диффузных источников загрязнения. Влиянием волнового воздействия, вызываемого характерными для Ижевска ветрами юго-западного румба и приносящего к району водозабора плавающие примеси и планктон. Не стоит упускать из виду и реку Иж в верховьях ее русла, где закладывается общий гидрохимический фон, а также всю специфичность водного и химического режима, свойственных водохранилищам с их сложной морфометрией котловины и береговой линии.

Количество обнаруженных значимых связей ($r > 0,65$) или приближенных к таковым, составило одиннадцать (табл. 3.2.3):

-цветность и окисляемость ($r = 0,81$);

- рН и нитраты ($r=-0,76$);
- сухой остаток и окисляемость ($r=-0,73$);
- ХПК и окисляемость ($r=0,69$);
- окисляемость и нитраты ($r=-0,67$);
- сухой остаток и цветность ($r=-0,65$);
- окисляемость и рН; сухой остаток и хлориды ($r=0,64$);
- нитраты и сухой остаток; рН и кислород ($r=0,63$);
- сухой остаток и рН ($r=-0,63$).

Можно сказать, что обнаруженные прямые и обратные корреляционные связи соответствуют особенностям естественного гидрохимического режима водного объекта:

- совместный, практически единовременный рост показателей, связанных с поступлением органического вещества с водосбора – цветности, перманганатной окисляемости, ХПК;
- повышение содержания минеральных солей в зимнюю межень, когда вместе с этим происходит обратный процесс - снижение величины рН;
- увеличение содержания растворенного кислорода в водной толще и рост значения рН в теплый период года.

Значимых положительных связей, характеризующих выраженное антропогенное воздействие на водный объект, таких как: БПК-аммоний, БПК-СПАВ, БПК-хлориды, нефтепродукты-хлориды для вод Ижевского пруда обнаружено не было.

Для антропогенных загрязнителей в водах пруда были зафиксированы слабые положительные связи, такие как: нефтепродукты-АПАВ ($r=0,30$); БПК-ХПК ($r=0,34$). Что свидетельствует о поступлении этих загрязняющих примесей в русло р. Иж с бытовыми сточными водами и с поверхностным стоком от сельских населенных пунктов и с урбанизированной территории вблизи водоема.

По значению и направленности указанных корреляционных связей, можно сказать, что процессы разложения органического вещества играют существенную роль в состоянии водоема.

В целом, полученные результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что такие природные процессы как: аллохтонное и автохтонное поступление органических соединений, приход минеральных солей и металлов (кремний, марганец) в толщу воды путем разгрузки грунтового стока имеют важнейшее значение в формировании качества воды Ижевского пруда на данном участке его акватории.

Наиболее полный и представительный массив данных по большинству из рассматриваемых показателей качества воды был сформирован за период с 2002 по 2016 гг. За исключением ХПК, по которому ряд наблюдений был представлен, начиная с 2004 года. Поэтому именно за указанные временные ряды и осуществлялся регрессионный анализ. Для выявления возможной тенденции по графикам показателей были построены линии полиномиального тренда 3 степени.

Регрессионный анализ показал, что значимые ($r>0,65$) связи качества воды Ижевского пруда со временем отсутствуют, что свидетельствует о многофакторном процессе формирования качества воды слабопроточного водоема за многолетний временной период в условиях стохастичности антропогенной нагрузки. Ведь за указанный промежуток времени на сложные внутриводоемные процессы, обуславливающие особенности химического состава воды, накладываются два мощных фактора. Во-первых, это изменение поверхностной составляющей в режиме речного стока (следствие строительства объездной дороги вокруг Ижевска на водосборе Ижа). Во-вторых, развертывающийся разнонаправленный процесс, характерный для водных объектов Ижевска, когда в условиях снижения поступления загрязнителей от организованных источников загрязнения (уменьшение числа выпусков сточных вод) происходит рост неорганизованного, площадного воздействия со стороны активно застраиваемой и преобразуемой территории речного бассейна.

В итоге, из восемнадцати проанализированных показателей качества воды, только для содержания нефтепродуктов была зафиксирована, обращающая на себя внимание, не значимая, но *заметная связь* со временем (рис. 3.2.8), отражающая разнохарактерную динамику: после резкого снижения этого показателя с 2000 года по 2009 год, с 2010 года отмечается его плавный рост.

Остальные тенденции межгодовой динамики качества прудовой воды не представляют практического интереса, т.к. характеризуются слабой и изредка умеренной связью показателей качества воды со временем.

Если говорить об улучшении экологического состояния водоема, то неоднородность акватории Ижевского водохранилища и разнообразие проблем в разных его частях исключают выбор какого-то одного мероприятия в качестве универсального. Ранее, в Отчете [Отчет..., 2004] уже

Таблица 3.2.3

Значение коэффициента корреляции (r) между показателями качества воды Ижевского пруда (1993-2016 гг.)

Показатель	Железо общее	Аммо- ний	Нитра- ты	Нитри- ты	Кисло- род	Марга- нец	А-ПАВ	Фено- лы	Нефте- продукт- ы	Крем- ний	Хлори- ды	Сульфат- ы	БПК ₅	pH	Цвет- ность	Окисл.- перм.	Сухой остаток	ХПК
Железо общее	1	0,05	0,11	0,18	0,06	-0,11	0,12	-0,03	-0,16	0,17	-0,09	-0,08	0,08	0,1	0,3	0,23	-0,17	0,1
Аммоний	0,05	1	0,1	0,34	-0,17	0,13	0,06	0,15	0,3	-0,12	-0,26	-0,03	0,13	0,03	0,56	0,25	-0,2	0,00 3
Нитраты	0,11	-0,1	1	-0,02	-0,45	0,47	0,14	0,004	-0,04	0,34	0,61	0,37	-0,2	0,76	-0,39	-0,67	0,63	-0,56
Нитриты	0,18	0,34	-0,02	1	-0,14	0,07	0,17	0,015	-0,19	-0,24	-0,07	-0,01	0,06	0,06	0,35	0,21	-0,12	0,19
Кислород	0,06	-0,18	-0,45	-0,14	1	-0,49	0,13	0,05	-0,02	-0,3	-0,36	-0,17	0,01	0,63	0,16	0,34	-0,5	0,14
Марганец	0,11	0,13	0,47	0,07	-0,49	1	0,08	0,39	0,05	0,41	0,31	0,12	-0,15	0,51	-0,19	-0,37	0,41	-0,4
А-ПАВ	0,12	0,06	-0,14	-0,17	0,13	0,08	1	0,2	0,3	0,17	-0,21	-0,1	0,02	0,16	-0,05	0,1	-0,13	0,2
Фенолы	0,03	0,15	0,004	0,015	0,05	0,39	0,2	1	0,28	0,19	-0,06	-0,08	-0,04	0,02	0,06	0,05	-0,07	0,27
Нефте- продукты	0,16	0,3	-0,04	-0,19	-0,02	0,05	0,3	0,28	1	0,03	-0,21	0,06	0,13	0,01	0,1	0,07	-0,14	0,1
Кремний	0,17	-0,12	0,34	-0,24	-0,3	0,41	0,17	0,19	0,03	1	0,43	0,01	-0,01	0,38	-0,53	-0,49	0,57	-0,08
Хлориды	0,09	-0,26	0,61	-0,07	-0,36	0,31	0,21	-0,06	-0,21	0,43	1	0,36	-0,16	0,53	-0,55	-0,62	0,64	-0,37
Сульфаты	0,08	-0,03	0,37	-0,01	-0,17	0,12	-0,1	-0,08	0,06	0,01	0,36	1	0,11	0,31	-0,06	-0,16	0,13	-0,39
БПК ₅	0,08	0,13	-0,2	0,06	0,01	-0,15	0,02	-0,04	0,13	-0,01	-0,16	0,11	1	0,16	0,12	0,21	-0,22	0,34
pH	0,1	0,03	-0,76	-0,06	0,63	-0,51	0,16	0,02	0,01	-0,38	-0,53	-0,31	0,16	1	0,36	0,64	-0,63	0,55
Цветность	0,3	0,56	-0,39	0,35	0,16	-0,19	0,05	0,06	0,1	-0,53	-0,55	-0,06	0,12	0,36	1	0,81	-0,65	0,41
Окисляе- мость перм.	0,23	0,25	-0,67	0,21	0,34	-0,37	0,1	0,05	0,07	-0,49	-0,62	-0,16	0,21	0,64	0,81	1	-0,73	0,69
Сухой остаток	0,17	-0,2	0,63	-0,12	-0,5	0,41	0,13	-0,07	-0,14	0,57	0,64	0,13	-0,22	0,63	-0,65	-0,73	1	-0,45
ХПК	0,1	-0,003	-0,56	0,19	0,14	-0,4	0,2	0,27	0,1	-0,08	-0,37	-0,39	0,34	0,55	0,41	0,69	-0,45	1

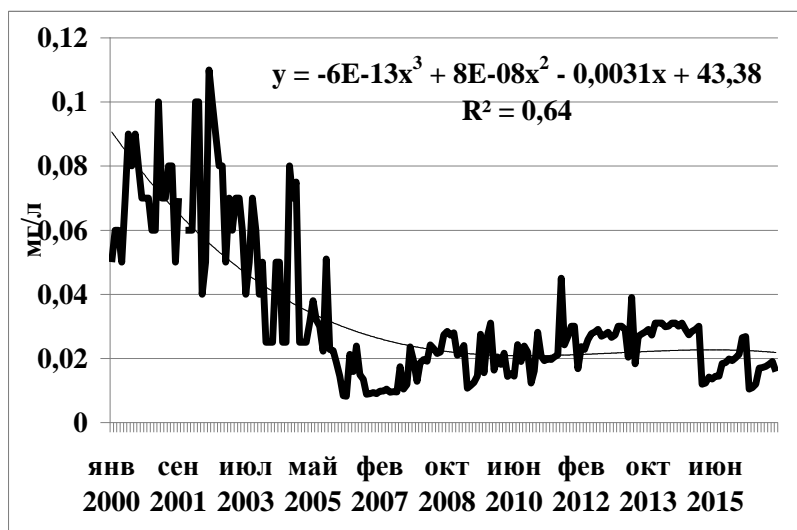


Рис. 3.2.8. Динамика содержания нефтепродуктов в водах Ижевского пруда

упоминалось о сложном строении береговой линии и акватории водоема. Три «шири» Ижевского водохранилища существенно отличаются по содержанию и степени остроты экологических проблем:

- верхняя ширь находится под сильным влиянием привноса взвешенных наносов, гумусовых веществ, соединений железа с вышележащим отрезком русла реки Иж, в сочетании со значительными рекреационными нагрузками в районе п. Воложка;

- средняя «ширь» при минимальной рекреационной нагрузке характеризуется процессами заиления и зарастания в Юровском заливе, в сочетании с работой водозабора, при которой изымается большое количество планктона и создаются предпосылки для подтягивания сильно ожеженных грунтовых вод;

- нижняя «ширь» отличается наименьшей проточностью в меженный период, в сочетании с максимальной рекреационной нагрузкой, выщелачиванием металлов из шлако- и золоотвалов, расположенных по правобережью, с неорганизованным поступлением загрязняющих веществ и влиянием стока рек Подборенка и Малиновка.

Основными и частично уже применяемыми к пруду мероприятиями являются: увеличение проточности водоема для борьбы с развитием процессов эвтрофирования, обеспечение и контроль соблюдения особого охранного режима в пределах водоохранной зоны Ижевского пруда, снижение сброса загрязняющих веществ с городской территории за счет организационно-планировочных мер.

Стоит отметить, что на формирование качества воды в водоеме значительное влияние оказывает верхний участок р. Иж, до впадения ее в Ижевский пруд. Поэтому для снижения поступления загрязняющих веществ со стоком р. Иж необходимо проектирование и обустройство водоохранных зон и прибрежных защитных полос для некоторых притоков реки Иж на участках рек, прилегающих к обрабатываемым сельскохозяйственным угодьям, крупным объектам животноводства и населенным пунктам. Создание проекта водоохранных зон и прибрежных защитных полос в первую очередь необходимо для следующих речных систем – притоков р. Иж [Гагарина, 2005]:

- р. Селычка – в среднем и нижнем течении;
- р. Люк - в среднем и нижнем течении;
- р. Пазелинка – фрагментарно на всем протяжении;
- р. Игерманка (правый приток р. Пазелинки) – в среднем и нижнем течении русла;
- р. Малиновка – фрагментарно на всем протяжении русла;
- р. Подборенка – фрагментарно на всем протяжении русла.

При разработке мер по улучшению качества воды Ижевского пруда очень важным является формирование репрезентативной сети мониторинга, гидрохимическую базу с которой, можно будет положить в основу пространственного анализа качества воды.

Анализируя результаты такого мониторинга, можно решить обратную задачу – через выявление наиболее загрязненных участков русла р. Иж в верхнем бьефе зафиксировать источники поступления загрязнителей в водную среду (места несанкционированных организованных выпусков

сточных вод, участки площадного неорганизованного стока с водосбора).

Для полной оценки состояния Ижевского пруда необходимо единовременное (в сжатые сроки) проведение гидрохимического мониторинга как на водоеме, так и на питающей его р. Иж, рассматривая эти водные объекты как единую комплексную систему. Основными учитываемыми факторами при создании специальной сети наблюдений, являются:

- наличие в бассейнах рек источников органического вещества животного происхождения: сельских населенных пунктов с объектами животноводства, баз отдыха, лагерей, садово-огородных массивов и коттеджных поселков;

- наличие в бассейнах рек источников загрязнения, поставляющих остаточные количества минеральных удобрений и пестицидов;

- наличие в бассейнах рек объектов нефтедобычи;

- заболоченность и заторфованность водосборов рек;

- техническая доступность мест отбора проб воды.

Поскольку одной из острых проблем последних нескольких лет для Ижевского пруда является проблема органического загрязнения воды, предложенная далее схема мониторинга, нацелена на выявление возможных источников загрязнения, поставляющих органические соединения в р. Иж.

В целом, по расширенной программе мониторинга, на р. Иж и ее притоках рекомендуется заложить 18 створов наблюдения за качеством воды.

Створ №1 закладывается в устье левого безымянного притока р. Иж (исток рассматриваемой речной системы находится западнее п. Сокол). Этот створ необходим, чтобы оценить поступление органики растительного происхождения с расположенных в истоке реки торфяных массивов. Закладывается одна стрежневая вертикаль (точка наблюдения №1). Контроль качества воды производится только в *основные фазы гидрологического режима* с поверхностного горизонта воды.

Створ №2 закладывается на р. Сельчка ниже по течению пос. Якшур-Бодья. Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения - точку наблюдения №2 (закладывается на расстоянии 2,4 км ниже по течению п. Якшур-Бодья). Оценивается поступление загрязняющих веществ от выше расположенных по течению месторождений нефти в бассейне реки и органики животного происхождения от населенных пунктов. Контроль качества воды в точке наблюдения №2 проводится в *основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №3 закладывается на р. Сельчка в нескольких метрах ниже по течению пос. Сельчка. Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения - точку наблюдения №3. Этот створ оценивает поступление в Иж со стоком р. Сельчки загрязняющих веществ от участков нефтедобычи и сельских объектов, расположенных в ее бассейне. Контроль качества воды в точке наблюдения №3 проводится в *основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №4 закладывается на р. Чур, в 2-х км ниже по течению пос. Чур и включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №4. Этот створ необходим, чтобы оценить поступление органических соединений как животного, так и растительного происхождения. Контроль качества воды в точке наблюдения №4 проводится в *основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №5 закладывается на р. Чур, в 200 м выше ее устья. Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №5. Этот створ также необходим, чтобы оценить поступление органики как животного, так и растительного происхождения. Контроль качества воды проводится в *основные фазы водного режима*. Пробы отбираются с поверхности водной толщи.

Створ №6 закладывается на правом безымянном притоке р. Иж, в его нижнем течении, на расстоянии 1,8 км выше устья водотока (у садово-огородного массива). Этот водоток без названия протекает чуть севернее д. Нов. Чернушка. Створ включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №6 и необходим, чтобы оценивать поступление органики растительного происхождения. Контроль качества воды проводится в *основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №7 закладывается на правом безымянном притоке р. Иж, в его нижнем течении (данный водоток берет начало к с-з от п. Люкшудья), на расстоянии 2,1 км выше устья водотока (в месте пересечения с автотрассой). Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №7. Этот створ необходим, чтобы оценивать поступление органики растительного происхождения. Контроль качества воды в точке наблюдения №7 проводится в *основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №8 закладывается на р. Люк в нижнем ее течении, в 5 км от устья реки (в месте пересечения с шоссе). Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №8. Этот створ необходим, чтобы оценивать поступление органических соединений животного и растительного происхождения. Контроль качества воды проводится *в основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №9 закладывается в устье руч. Пионерский. Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №9. Этот створ необходим, чтобы оценивать поступление органических веществ природного и антропогенного происхождения. Контроль качества воды в точке наблюдения №9 проводится *в основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №10 закладывается на р. Игерманка в ее устье, в нескольких метрах ниже п. Нов. Игерман. Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №10. Этот створ необходим, чтобы оценивать поступление в первую очередь органики животного происхождения. Контроль качества воды в точке наблюдения №10 проводится *в основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №11 закладывается на р. Пазелинка в ее нижнем течении, в 200 метрах выше устья реки (в месте пересечения с автотрассой). Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №11. Этот створ необходим, чтобы оценивать поступление органики как естественного, так и антропогенного происхождения. Контроль качества воды в точке наблюдения №11 проводится *в основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №12 закладывается на р. Малиновка в ее нижнем течении, в 1 км выше устья реки (выше по течению от железнодорожной насыпи). Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №12. Этот створ необходим, чтобы оценивать поступление органических веществ как естественного, так и антропогенного происхождения. Контроль качества воды в точке наблюдения №12 проводится *в основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Створ №13 закладывается на р. Подборенка в ее нижнем течении, в нескольких метрах выше устья реки. Включает одну стрежневую вертикаль наблюдения: точку наблюдения №13. Створ необходим, чтобы оценивать поступление органики естественного и антропогенного происхождения. Контроль качества воды в точке наблюдения №13 проводится *в основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта.

Кроме того, для наблюдений по водоему с учетом строения береговой линии, наличия устьев загрязненных притоков водоема и присутствия на водосборе источников загрязнения, устанавливается дополнительно еще 5 створов наблюдения.

Ниже приводится описание местоположения и функций рекомендуемых створов наблюдения, а также схема специального гидрохимического мониторинга на Ижевском пруду (рис. 3.2.9).

Створ №14 пересекает верховья водоема в направлении пешеходного моста от пос. Воложка в сторону противоположного берега (лаг. отдыха «Дружба»). Закладывается одна стрежневая вертикаль (точка наблюдения №14). Этот створ выполняет функции фонового створа, к тому же он необходим, чтобы оценивать поступление загрязняющих веществ со стоком реки Иж.

Поскольку, это удаленная точка наблюдения, контроль качества воды производится только в *основные фазы гидрологического режима* (состав наблюдений приводится ниже, после описания створов наблюдения) с поверхностного горизонта воды.

Створ №15-16 пересекает водоем от Юровского мыса до устья р. Пазелинка. Включает две вертикали наблюдения: точка наблюдения №15 закладывается в нескольких метрах от берега у Юровского мыса (ближе к массиву «Трудпчела»); точка наблюдения №16 закладывается в нескольких метрах от устья р. Пазелинка.

Контроль качества воды в точке наблюдения №15 проводится по *полной программе в основные фазы водного режима и ежемесячно по сокращенной программе* (для выявления факторов загрязнения этой части акватории водохранилища). В дальнейшем, после обследования гидрохимического режима основных загрязнителей воды этой части пруда, можно отказаться от ежемесячного опробования (но не ранее, чем через год). Пробы воды отбираются с двух горизонтов (поверхностного и придонного).

Контроль качества воды в точке наблюдения №16 проводится только по *полной программе в основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются также с указанных двух горизонтов.

Створ №17-18 пересекает водоем от устья р. Малиновка до противоположного берега водоема. Включает две вертикали наблюдения: точка наблюдения №17 закладывается в нескольких

метрах от берега в устьевой зоне р. Малиновка; точка наблюдения №18 закладывается в нескольких метрах от левого берега в районе Колтомы (выше по течению водозабора головных сооружений).

Контроль качества воды в точке наблюдения №17 и №18 проводится по *полной программе в основные фазы водного режима и ежемесячно по сокращенной программе* (для исследования всех факторов загрязнения этой части акватории). В дальнейшем, после обследования гидрохимического режима этой части водохранилища, можно уменьшить частоту опробования. Пробы воды отбираются с поверхностной и придонной толщ воды.

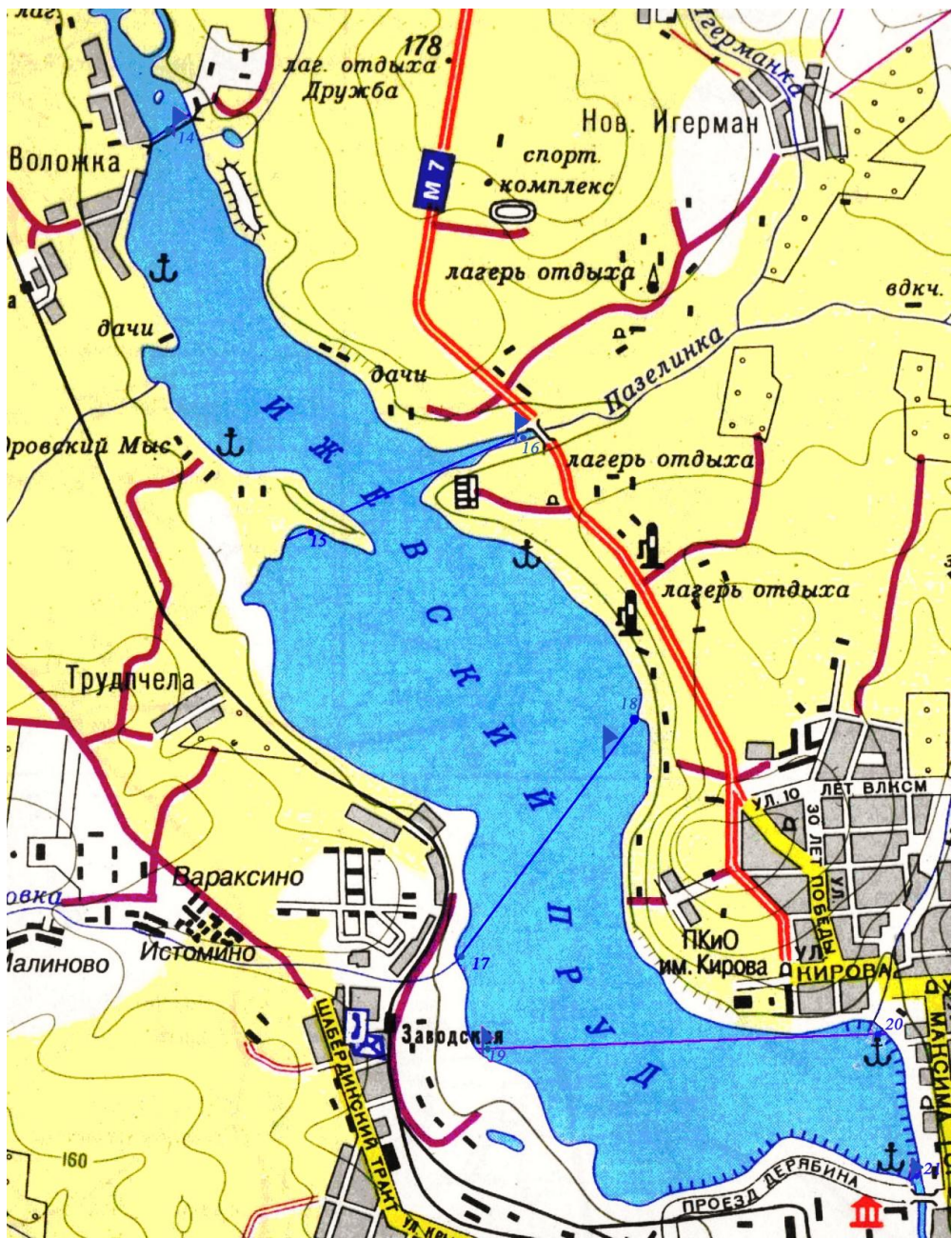


Рис. 3.2.9. Рекомендуемые створы и вертикали специального гидрохимического мониторинга на Ижевском пруду

Створ №19-20 пересекает водоем от прилегающего к району шлакоотвала правого берега до устья р. Подборенка. Включает две вертикали наблюдения: точка наблюдения №19 закладывается в

нескольких метрах от берега в районе шлакоотвала; точка наблюдения №20 закладывается в устьевой зоне Подборенки.

Контроль качества воды в точке наблюдения №19 и №20 проводится по *полной программе в основные фазы водного режима и ежемесячно по сокращенной программе*. В дальнейшем, после обследования гидрохимического режима основных загрязнителей воды, можно отказаться от ежемесячного опробования (желательно не ранее, чем через год). Пробы воды отбираются также с двух горизонтов.

Створ №21 пересекает водоем в предплотинной части. Выполняет функции контрольного створа, а также оценивает потери вещества со стоком реки Иж через замыкающий створ (плотина). Закладывается одна точка наблюдения №21 (в нескольких метрах от берега). Контроль качества воды в точке наблюдения №21 проводится по *полной программе в основные фазы водного режима*. Пробы воды отбираются с поверхностного горизонта воды.

Наблюдения на реке Иж и ее притоках проводятся в основные фазы гидрологического режима:

- в зимнюю межень;
- на пике или спаде половодья;
- во время летней межени – при наименьшем расходе и при прохождении дождевого паводка;
- при прохождении осеннего дождевого паводка.

Таким образом, в течение года необходимо осуществить 5 отборов проб воды по полной программе. Состав полной программы включает определение расхода и температуры воды, анализ гидрохимических показателей: цветности, запаха воды при 20° и при 60°С, растворенного кислорода, взвешенных веществ, рН, окислительно-восстановительного потенциала (Eh), жесткости общей, свободной углекислоты, щелочности, хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов, кальция, магния, натрия, калия, сухого остатка, аммонийного азота, нитритного азота, нитратного азота, фосфатов, железа общего, кремния, БПК₅, окисляемости перманганатной, ХПК, нефтепродуктов, фенолов, А-ПАВ, пестицидов (перечень этих исследуемых соединений подбирается с учетом их применения в бассейне верхнего Ижа за последние 20-30 лет), марганца, цинка, хрома, меди; микробиологических показателей: общего микробного числа, общих колиформных бактерий, термотолерантных колиформных бактерий, коли-фагов.

Кроме этого, как указывалось выше, рекомендован ежемесячный отбор проб воды по сокращенной программе. Сокращенная программа включает в себя определение расхода и температуры воды, содержания растворенного кислорода, взвешенных веществ, рН, свободной углекислоты, жесткости общей, щелочности, БПК₅, ХПК, нефтепродуктов, азота аммонийного, фосфатов, марганца, цинка, хрома, меди.

Периодичность и состав гидрохимического мониторинга на водоеме уже несколько другие по сравнению с работой на речных руслах. При важных гидрологических ситуациях наблюдения на пруду проводят по полной программе:

- зимой при наиболее низком уровне и наибольшей толщине ледяного покрова;
- в начале весеннего наполнения водоема;
- в период максимального заполнения (при наибольшем уровне);
- во время летней межени – при наименьшем расходе и при прохождении дождевого паводка.

Таким образом, для создания общего представления о факторах формирования качества прудовой воды необходимо в течение года осуществить 5 отборов проб воды по полной программе. Состав полной программы наблюдений на водоеме практически идентичен составу работ на водотоках. Однако, учитывая цветение воды пруда в теплый период года, к вышеуказанным гидрохимическим показателям добавляются полувolatile соединения – геосмин, 2-метилизоборнеол, бензотиазол, диметилдисульфид и др. А также гидробиологические показатели, связанные с развитием фитопланктона: видовой состав, общее число видов, преобладающие виды, общая численность, биомасса.

Группа микробиологических показателей для пруда аналогична указанной группе микробиологических показателей для рек.

Состав сокращенной программы наблюдений (она реализуется ежемесячно) на водоеме совпадает с составом сокращенной программы на водотоках. Единственным исключением является группа гидробиологических показателей, отсутствующая на водотоках. При сокращенном гидрохимическом опробовании на водоеме она включает в себя только общую численность и биомассу по основным группам фитопланктона.

В заключение, хочется отметить, что ценность гидрохимической информации, влияющая на грамотную разработку водоохранных мер, зависит от ее качества. Гарантиями высокого качества гидрохимической информации служат:

- правильный выбор приоритетных показателей состава вод, подлежащих определению;
- отбор представительной пробы воды;
- использование аттестованных методик выполнения измерений (МВИ) показателей состава вод;
- соблюдение условий выполнения пробоподготовки и анализа согласно требованиям МВИ (оформленных по ГОСТ Р 8.563-96 или другим нормативным документам);
- внутрилабораторный контроль качества результатов анализа;
- внутрилабораторный контроль сбора, обработки и представления гидрохимической информации.

Оценку результатов внешнего контроля проводят по Z-коэффициенту [Назарова, 2009]:

$$Z = |C - X| / \Delta$$

где C — заданная концентрация; X — найденная концентрация; Δ — допустимое отклонение от истинной концентрации (погрешность определения для заданной концентрации) из свидетельства об аттестации МВИ.

При проведении внешнего контроля используются следующие критерии: при значении $Z = 0,5$ результат оценивается 5 баллами; при $0,5 < Z < 1,0$ — 4 баллами; при $1,0 < Z < 1,5$ — 3 баллами; при $Z > 1,5$ — 2 баллами. При этом результат, оцененный 3 баллами, является сомнительным. Результат, оцененный 2 баллами, считается неприемлемым и требует принятия корректирующих действий в работе лабораторий.

С учетом полученной репрезентативной гидрохимической информации на р. Иж и ее притоках в верхнем бьефе Ижевского водохранилища можно создать общую картину о качестве речной воды и уточнить комплекс водоохранных мероприятий, направленных на оздоровление такой важной комплексной системы, как система «р. Иж - Ижевское водохранилище».

3.3. Экологические проблемы малых рек города

В современных условиях окружающая природная среда испытывает мощную антропогенную нагрузку, истощаются природные ресурсы. Острые социально-экологические проблемы характерны для многих городов России, в том числе и для столицы Удмуртии — г. Ижевска. Сильную техногенную нагрузку при этом несут малые реки, особенно реки, находящиеся частично или полностью в пределах урбанизированной территории.

Острые социально-экологические проблемы характерны для многих городов России, в том числе и для столицы Удмуртии — г. Ижевска. Сильную техногенную нагрузку при этом несут малые реки, частично или полностью находящиеся в пределах урбанизированной территории.

Гидрографическая сеть города Ижевска представлена рекой Иж (средняя по размерности речная система) и многочисленными крупными и мелкими ее притоками. Все они по общепринятой гидрографической классификации отнесены к малым водотокам, с подразделением на мельчайшие (длиной до 10 км), самые малые (10 - 25 км) и малые (26-100 км) реки.

Перечень водотоков, протекающих в пределах Ижевска, приведен в таблице 3.3.1.

Для выявления проблем экологического состояния малых рек Ижевска за период с 2011 по 2015 гг. были проведены геоэкологические исследования некоторых городских рек и их бассейнов.

Целью данных исследований явилось выявление природных и антропогенных факторов экологической опасности для рек и их водосборов, а также определение масштаба проявления этих факторов для конкретного речного бассейна. При этом ставились следующие задачи:

- функциональное зонирование территорий речных бассейнов;
- оценка замусоренности бассейнов рек твердыми коммунальными отходами (ТКО);
- оценка нагрузки на водосборные бассейны от автотранспортной сети;
- оценка загруженности водосбора снежными навалами в зимний период года.

В основу исследования были положены полевые обследования рек и их бассейнов. Подготовительный этап к полевым работам включал поиск и анализ материалов, касающихся

избранной территории и направления работ (научная литература, фонды, топографические карты, данные ведомственного мониторинга), прокладывание по крупномасштабной топографической основе полевых маршрутов и заложение маршрутных точек для детальных исследований.

Камеральный этап исследования заключался в картометрических и расчетных работах. Схема расположения маршрутных точек, где проводились вышеуказанные работы, представлена ниже (рис.3.3.1).

Таблица 3.3.1

Малые реки г. Ижевска и их протяженность [www.izh.ru/i/info/14680.html]

п/п	Наименование реки (ручья)	Общая протяженность (км)	
		ВСЕГО	в т. ч. по г. Ижевску
1	р. Иж	259,0	35,0
2	р. Позимь	52,0	9,0
3	р. Люк	39,0	5,0
4	р. Мужвайка (Пироговка)	38,0	8,5
5	р. Пазелинка	12,8	12,8
6	р. Карлутка	12,4	12,4
7	р. Игерманка	10,7	7,7
8	р. Старковка (Октябринка)	10,5	10,5
9	р. Люллинка	8,6	7,9
10	р. Чемошурка	8,4	2,4
11	р. Ламшурка	6,2	6,2
12	р. Малиновка	5,7	2,5
13	р. Орловка	5,4	5,4
14	р. Тонковка (Смирновка)	5,1	5,1
15	руч. Пионерский	4,6	3,4
16	р. Подборенка	4,9	4,9
17	р. Шабердейка	7,4	2,4
18	руч. Ярушки - (СХВ)	3,2	3,2
19	руч. Ярушки – (Пазелы)	3,0	3,0
20	р. Вожойка	34,0	2,8
21	р. Сепыч	29,0	3,7
22	р. Чумойка	8,7	1,5
23	Другие реки (ручьи), не имеющие собственных названий		150 - 170 км (оценка)

Река Карлутка является правым притоком р. Позимь и относится к бассейну р. Иж. В водосборную площадь этой речной системы попадает центральная и южная части города (рис. 3.3.1). Река берет начало от родника, расположенного у трамвайного кольца по улице Дзержинского, протекает с севера на юг по городской территории и впадает в реку Позимь.

Среднее течение речного русла приходится на наиболее плотно застроенную часть города Ижевска. В бассейне реки расположены такие крупные предприятия как АО «Ижевский Радиозавод», АО «Ижевский Механический Завод», осуществляющие сбросы сточных вод в ее русло. Насчитывается 8 организованных выпусков (АО «Ижевский Механический Завод» - 2 выпуска; АО «Ижевский Радиозавод» - 5 выпусков; ливневая городская канализация – 1 выпуск) [www.eco18.ru/ekologicheskie_karty].

На склонах речной долины в ходе маршрутного исследования, были выявлены участки активного поверхностного стока в месте пересечения русла реки с улицей Ленина.

Река Пироговка – правый приток р. Иж. Бассейн реки располагается к юго-западу от г. Ижевска (рис. 3.3.1). Речной водосбор характеризуется достаточно высокой залесенностью, исключение составляет его часть, граничащая с Ижевском, из-за интенсивного хозяйственного освоения (гаражи, дачи и садово-огородные массивы) и строительства на прилегающей к городу территории.

Поскольку естественные ландшафты речных долин города сильно изменены в результате планировки рельефа, строительства дорог, особое внимание при проведении границ водосборов обращалось на расположение дорожных водопропусков, пересекающих естественный речной водосбор. На участках неоднозначного проведения линии водораздела осуществлялось полевое обследование с уточнением пропуска речного стока под дорожной сетью.

Крупных предприятий-водопользователей на водосборе р. Пироговка в пределах города нет, но река используется для орошения и в рекреационных целях населением города и его окрестностей.

В русло реки осуществляется сброс сточных вод от ДОО «Спецгазавтотранс». Участок активного склонового стока обнаружен на правом берегу Пироговского пруда.

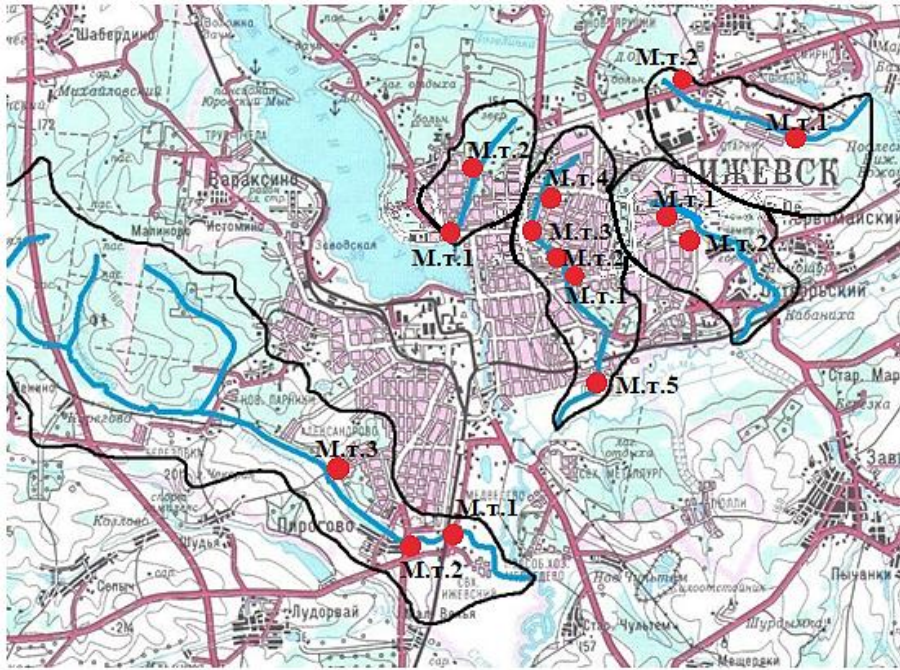
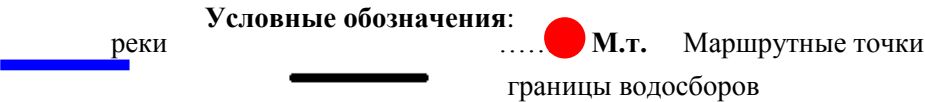


Рис. 3.3.1. Схема бассейнов малых рек г. Ижевска



Река Подборенка является левым притоком р. Иж. В бассейн этой речной системы попадает северо-западная часть г. Ижевска, река протекает по территории Октябрьского района города (рис. 3.3.1). Разрешенного сброса сточных вод в русло реки не осуществляется. Участков с активным склоновым стоком в ходе полевого обследования этого речного бассейна не обнаружено. Часть водосбора в среднем течении русла реки Подборенка относится к наиболее плотно застроенной городской территории.

Река Старковка относится к бассейну р. Вожойка, являясь правым притоком этой реки. В бассейн этой речной системы попадает северо-восточная часть г. Ижевска, водоток протекает по территории Устиновского района города (рис. 3.3.1). Река протекает по северо-восточному промышленному узлу, поэтому ее бассейн характеризуется сосредоточением промышленных объектов: производственные корпуса Автозавода, ОАО «Буммаш», Комбината железобетонных изделий и металлургического комплекса.

Сброс сточных вод в реку осуществляется тремя предприятиями, имеющими по одному выпуску (ОАО «Буммаш», ОАО «ИЭМЗ «Купол», МУП «Ижводоканал, г. Ижевска»). Участков с активным склоновым стоком в долине этой реки на время исследования зафиксировано не было.

Река Чемошурка - это правый приток р. Позимь. В бассейн этой речной системы попадает восточная часть г. Ижевска, река протекает по территории Устиновского района, а далее к востоку от городской черты течет по территории Завьяловского района республики (рис. 3.3.1). Часть водосбора в среднем течении реки Чемошурка включает плотно застроенный жилой участок города. В русло реки осуществляется сброс сточных вод от одного выпуска ОАО «ИЭМЗ «Купол». Участок с активным поверхностным стоком был обнаружен на коренных склонах правого притока реки Чемошурка, на расстоянии 150-200 м от устья реки, вблизи пересечения водотока с ул. Союзной.

Для анализа структуры функциональных зон города в пределах речных бассейнов проводилось зонирование территории водосборов рек. Для этого вначале производилось выделение водосборов рек по топооснове масштаба 1:100 000 [Атлас..., 2010].

После проведения контуров речного водосбора производилось зонирование его территории на селитебную, промышленно-складскую, автотранспортную, сельскохозяйственную (дачную и садово-огородную), рекреационную зоны, а также на залесенные территории и пустыри (земли, не занятые в настоящее время ни под какой вид хозяйственной деятельности) (табл. 3.3.2). Площади этих зон были рассчитаны с помощью программы MapInfo и в относительных величинах представлены на картосхеме.

Результат анализа дает детализированную картину полученных главных функциональных зон. Таким образом, удалось реализовать интерпретируемое зонирование территорий, которое помогает оценить нагрузку на территорию водосбора.

Большая часть исследуемых речных бассейнов занята селитебной зоной (исключение составляют реки Пироговка и Старковка). Это объясняется тем, что водосборы этих рек включают преимущественно окраинные части города с высокой долей территорий занятых под сельское хозяйство, пустыри и лесные насаждения.

Также можно заметить, что для большинства рек промышленно-складская зона не превышает 10% от общей площади водосбора. Только для бассейна р. Старковки данная функциональная зона занимает чуть более 30%, что говорит о высокой техногенной нагрузке на водосбор данной малой реки.

Таблица 3.3.2

Функциональное зонирование водосборов исследуемых рек

Функциональ- ная зона	р. Карлутка		р. Пироговка (в пределах Ижевска)		р. Подборенка		р. Старковка		р. Чемошурка	
	Площадь		Площадь		Площадь		Площадь		Площадь	
	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%
Селитебная	11,13	61,9	1,848	3,9	5,395	42,9	0,954	7,0	3,195	52,8
Промышленно- складская	1,606	8,9	2,298	4,8	0,476	3,9	4,194	30,8	0,118	1,9
Пустыри	0,147	0,8	13,927	29,4	0,070	0,7	4,988	36,7	0,472	7,8
Залесенная территория	2,325	12,9	17,100	36,2	4,570	36,3	1,414	10,4	0,748	12,5
Автотранспортная	1,686	9,4	0,569	1,2	1,309	10,4	0,695	5,1	0,878	14,5
Сельскохозяйст- венная, дачная и садово-огородная	0,810	4,5	11,229	23,7	0,651	5,2	1,366	10,0	0,637	10,5
Рекреационная	0,292	1,6	0,409	0,8	0,692	0,6	-	-	-	-
Всего	18,0	100	47,38	100	13,16	100	13,61	100	6,048	100

Доминирующая роль селитебной зоны как составляющей бассейнов городских рек сказалась и на преобладающем характере загрязненности поверхности водосборов. Что было подтверждено многолетними полевыми исследованиями.

В ходе визуального обследования бассейнов рек обнаружено, что вблизи малых рек города сильная замусоренность твердыми коммунальными отходами наблюдается в 10% случаев, средняя - в 75 % и отсутствие свалок ТКО или незначительная замусоренность - в 15% случаев.

Критерии замусоренности, принятые в работе, следующие:

- сильная замусоренность отходами - наличие свалок ТКО в пределах более 50% площади территории, проходящей в пределах маршрутной трассы полевого обследования вдоль реки;
- средняя замусоренность - наличие ТКО на площади от 10 до 50% площади водосбора по маршруту наблюдения;
- отсутствие или незначительная замусоренность отходами - наличие ТКО, на площади менее 10% от площади бассейна реки на маршруте наблюдения.

При обследовании речных бассейнов на протяжении ряда лет ситуация на маршрутных точках оставалась практически неизменной, то есть можно сделать вывод, что в местах скопления мусора осуществлялись периодические работы по очищению территории, но впоследствии эта территория вновь захламлялась и загрязнялась коммунальными отходами вследствие большой посещаемости людей.

Точки наблюдения, где зафиксирована наибольшая замусоренность отходами, находятся вдоль русла р. Пироговка в пределах Ижевска, что объясняется высокой рекреационной загруженностью

данной территории (расположение здесь посещаемого родника и зоны отдыха населения, а также гаражного массива).

Меньшая загрязненность отходами от населения присуща прибрежной зоне р. Чемошурка, что вызвано труднодоступностью этой части бассейна реки в пределах города (крутые, заросшие склоны).

Для оценки неорганизованного антропогенного влияния на водосборы рек рассматривается такой показатель как густота дорожной сети, который рассчитывается по формуле:

$$K_d = L/S, \text{ км/км}^2,$$

где: K_d - густота дорожной сети, L – длина автомобильных дорог (км); S – площадь водосбора (км^2).

Полученные показатели густоты дорожной сети для водосборов рек представлены в таблице 3.3.3.

Таблица 3.3.3

Показатели густоты дорожной сети в пределах бассейнов рек (км/км^2)

Водосбор реки	Карлутка	Подборенка	Пироговка	Старковка	Чемошурка
Густота автодорог	0,645	0,25	0,091	0,529	0,687

Таким образом, самые высокие показатели густоты дорожной сети присущи водосборам рек: Карлутка, Чемошурка и Старковка, так как бассейны данных рек располагаются почти полностью в пределах густонаселенной селитебной и промышленно-складской зонах города.

Самые низкие показатели густоты дорожной сети присущи бассейну реки Подборенка (около 20% от площади ее водосбора занимают залесенные территории и земли с луговой растительностью, в пределах которых практически отсутствует дорожная сеть) и бассейну реки Пироговка. Последняя протекает на границе города и сельской местности, и в пределах ее водосбора основными функциональными зонами являются залесенные территории, пустыри, а также сельскохозяйственная зона, занимающие больше $\frac{1}{2}$ площади бассейна данной реки и характеризующиеся минимальным числом автодорог.

С расположением улично-дорожной сети тесно связан вопрос очистки городской территории от снежного покрова. Талый сток, образующийся при весеннем снеготаянии на урбанизированных территориях, отнесен к загрязненным сточным водам. Кроме загрязнения водных объектов, возникающего при весеннем снеготаянии, снежные навалы на склонах речных долин могут способствовать развитию процессов водной эрозии.

В ходе обследования речных водосборов на маршрутных точках характеризовались показатели накопления и удаления снежных масс. Как показали результаты исследования, наибольшая загруженность снежными массами наблюдается на водосборах рек Пироговка, Старковка и Чемошурка. Удаление снежных масс с поверхности бассейнов этих рек невелико, колеблется в пределах от 10 - 15% до 30 - 40% и, в основном, характерно для участков автодорог.

Наибольший процент удаления снежных масс с территорий бассейнов рек характерен для рр. Карлутка и Подборенка, включающих центральную часть города, где производится наибольшее количество очистных работ по вывозу снега. Снежные массы удаляются здесь не только с поверхности магистральных дорог и дорог районного значения, но также и с некоторых внутриквартальных проездов.

Так, удаление снега на 60-90% зафиксировано для средней части русла р. Карлутка (вдоль ул. Ленина), в низовьях русла р. Подборенка (вдоль ул. Кирова и ул. 50-летия ВЛКСМ). Соответственно, в период весеннего снеготаяния на данных участках бассейнов рек будут отмечаться меньшие нагрузки талыми снеговыми сточными водами

В ходе маршрутного обследования водосборов рек были зафиксированы площадные снежные навалы вдоль крупных транспортных магистралей, располагающиеся в непосредственной близости к водным объектам. На территории бассейна р. Карлутка – это участки улиц 10 лет Октября и Авангардной. В пределах бассейна р. Подборенка – это ул. 50-летия ВЛКСМ, для бассейна р. Пироговка – это ул. Азина, ул. Учхозная и ул. Смольная, а для бассейна р. Старковка – ул. Автозаводская.

На левобережье Пироговского пруда в створе ул. Смольная, был отмечен сброс снега с дорог, находящихся в пределах гаражного массива, на склон речной долины. Такие навалы загрязненного

снега в пределах транзитных элементов ландшафта речной долины являются потенциальными участками для активизации процессов водной эрозии и загрязнения речных вод.

Река Карлутка почти на всем протяжении непосредственно контактирует с промышленными и транспортными предприятиями, размещенными в водоохранной зоне. Длина русла реки на участках наибольшей техногенной нагрузки составляет более 4 км. Существует, но не реализуется из-за недостатка средств, проект благоустройства долины р. Карлутки с созданием на ее берегах зоны отдыха.

Бассейн Подборенки в значительной степени слагается легкоразмываемыми супесчаными грунтами. В долине реки, в т. ч. непосредственно над руслом Подборенки, размещается ряд гаражных массивов, садовых участков, что также представляет потенциальную опасность загрязнения для нее. Длина русла реки на участках наибольшей техногенной нагрузки составляет более 1 км.

Вдоль водоохраной зоны бассейна р. Чемошурка располагаются в большей степени естественные ландшафты. Присутствуют небольшие вкрапления гаражных массивов и автодорог. Длина русла реки на участках наибольшей техногенной нагрузки составляет менее 1 км.

Река Старковка также протекает большей частью среди естественных ландшафтов. Однако, в пределы ее водоохраной зоны попадают садовые массивы, промышленные площадки, автодороги и гаражи. Длина русла реки на участках наибольшей техногенной нагрузки составляет более 1 км.

Бассейн реки Пироговка в меньшей степени располагается на территории города, основная часть русла реки (верховье и средняя часть русла) проходит среди естественных ландшафтов сельской местности. Единственная функциональная зона, попадающая в водоохранную зону – сельскохозяйственная (дачи и садово-огородные массивы, располагающиеся вдоль Пироговского пруда). Длина русла реки на участках наибольшей техногенной нагрузки составляет менее 1 км.

3.4. Гидролого-экологическая характеристика родников Ижевска

На территории города Ижевска и его окрестностей до начала 2000-хх гг. находились 62 родника, контролируемые Управлением Роспотребнадзора по УР, как источники нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Обустроенные родники располагаются там, где для этого имеются как природные факторы (выходы водоносных горизонтов), так и потребность населения города и его пригородов в этих родниках (рис. 3.4.1).

Широкое распространение родников является особенностью нашего города, оказавшей непосредственное влияние на его неповторимый облик, своеобразие городской культуры и привычки горожан.

С развитием Ижевска большинство родников оказываются по соседству с промышленными предприятиями (заводами, производственно-складскими базами, гаражами). И как результат этого - значительная их часть теряет свой первозданный облик и природную чистоту. Ухудшению состояния подземных вод способствуют химическая, а порой и микробиологическая загрязненность почвенного покрова в области их питания, захламленность территории вблизи родников, особенно родников, расположенных в понижениях рельефа – оврагах и балках. Расширение селитебной застройки и транспортной инфраструктуры, строительство крупных торговых, лечебных комплексов, автозаправочных и авторемонтных предприятий активно осуществляющееся в последние два десятилетия, приводит к росту антропогенной нагрузки на область питания родников и на сами выходы подземных вод.

Согласно данным Доклада «Об экологической обстановке в г. Ижевске...» [Доклад..., 2013], за период с 2001 по 2014 гг. среднескользящая доля нестандартных проб родниковой воды по санитарно-химическим показателям составила 56%, по микробиологическим – 18%. Причем, если процент нестандартных проб воды по химическим показателям за период с 2001 по 2012 годы снижается (правда, в 2014 году фиксируется резкий рост этого показателя), то по микробиологическим показателям, напротив, отмечен слабый рост доли некондиционных проб родниковых вод. По данным на 2014 год эти показатели соответственно составили 39,1% и 12,5%.

В 2015 году в силу отсутствия бюджетных средств сотрудниками Управления Роспотребнадзора по УР было проведено всего 7 исследований родников города по химическим и микробиологическим показателям качества воды, а в 2016 г. всего одно исследование по химическим показателям качества воды [Доклад..., 2017]. Принимая этот факт во внимание, выше по тексту была рассмотрена общая ситуация с качеством воды городских родников только до 2014 года.

Б) Карлутская группа (№№ 29, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45) приурочена к долине р. Карлутки, главным образом к ее левому коренному склону;

В) Подборенская группа (№№ 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58) приурочена к долине реки Подборенки, в основном, к ее левому коренному склону;

Г) Чемошурская группа родников (№№ 18, 19, 20, 21, 22, 23) находится в оврагах и балках в районе Старого аэропорта, преимущественно на коренных склонах южной экспозиции;

Д) Балочные и долинные родники удаленных поселков и садово-огородных массивов (№№ 1, 7, 9, 15, 25, 26, 28, 35, 36, 60, 61);

Е) Балочные родники окраинных массивов частной застройки (№№ 2, 3, 4, 5, 6, 8, 14, 24) располагаются в балках;

Ж) Родники городских лесов (№№ 27, 37, 50).

После обследования территории родников в 2016 г. автор посчитал нужным отказаться от старой типологии родников, по причине изменения за эти годы территории города, активной многоэтажной застройки его окраин, которая привела к изменению функционального зонирования городской территории и, как следствие, к изменению положения родников относительно той или иной функциональной зоны.

В силу этого, родники группы «Е» из старой схемы – это оставшиеся родники №№ 3, 4, 5, 6, 8, 14, 24, расположенные на правом склоне долины р. Иж (кроме родника №24), были выделены автором из группы родников окраинных массивов *частной застройки* в группу *родников долины Ижа*, (ориентировочно эту группу можно назвать Ижевской группой родников). Первоначальное название этой родниковой группы уже не соответствовало положению родников относительно современной градостроительной застройки

С целью сохранения основного критерия типологии родников – отнесения родников к элементам рельефа речной долины, родники Азинской группы – родники №№ 10, 11, 12, 13, 16, 17, 62, расположенные на правом склоне р. Иж, были также отнесены к Ижевской группе родников.

Родники №№ 51, 52, 53, 54, орографически привязанные к левому склону долины Ижа в пределах Ижевского пруда, были выделены из Подборенской группы и отнесены к Ижевской группе родников.

Таким образом, функционирующие на сегодняшний день родники как источники водоснабжения, их **46**, можно распределить следующим образом (рис.3.4.2):

А) Ижевская группа (№№ 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 54, 62) находится в нижней части левого и правого коренного склона долины Ижа;

Б) Карлутская группа (№№ 29, 30, 31, 33, 34, 40, 41, 42, 44) приурочена к долине Карлутки, главным образом, к ее левому коренному склону;

В) Подборенская группа (№№ 46, 47, 48, 49, 55, 56, 57, 58, 59) приурочена к долине реки Подборенки, главным образом, к ее левому коренному склону;

Г) Чемошурская группа родников (№№ 18, 19, 22, 23) находится в пределах долины р. Чемошурка и ее левого притока, преимущественно на коренных склонах южной экспозиции;

Д) Балочные и долинные родники удаленных поселков и садово-огородных массивов (№№ 1, 9, 15, 25, 26, 28, 35, 36, 60, 61);

Е) Родники городских лесов (№50).

Данная классификация, как первичная, естественно требует доработки. Так, необходимо более грамотное типологическое определение двух родников – родника № 28 и родника № 50.

Родник № 28 расположен на правом берегу р. Позимь. Данная территория в пределах города в последние годы активно застраивается. Соответственно, этот родник должен быть выделен из своей группы «Д», где представлены *удаленные родники поселков и с/о массивов*, поскольку к таковым, в силу плотного обустройства города, он уже не относится.

Родник №50 - единственный из родников в схеме, входящий в группу «Е» (родники городских лесов) на сегодняшний день, два других родника «потеряны» для населения города. Нахождение одного родника в группе, по понятным причинам, нерепрезентативно.

По степени влияния антропогенного фактора, оставшиеся на сегодняшний день родники города можно разделить на следующие группы [Доклад..., 2013]:

Естественные с незначительным антропогенным регулированием (в составе пригородных лесов и лесопарков) - № 50;

Антропогенизированные (сочетание лесов, лугов, и селитебных территорий) - №№ 1, 9, 15, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 41, 60;

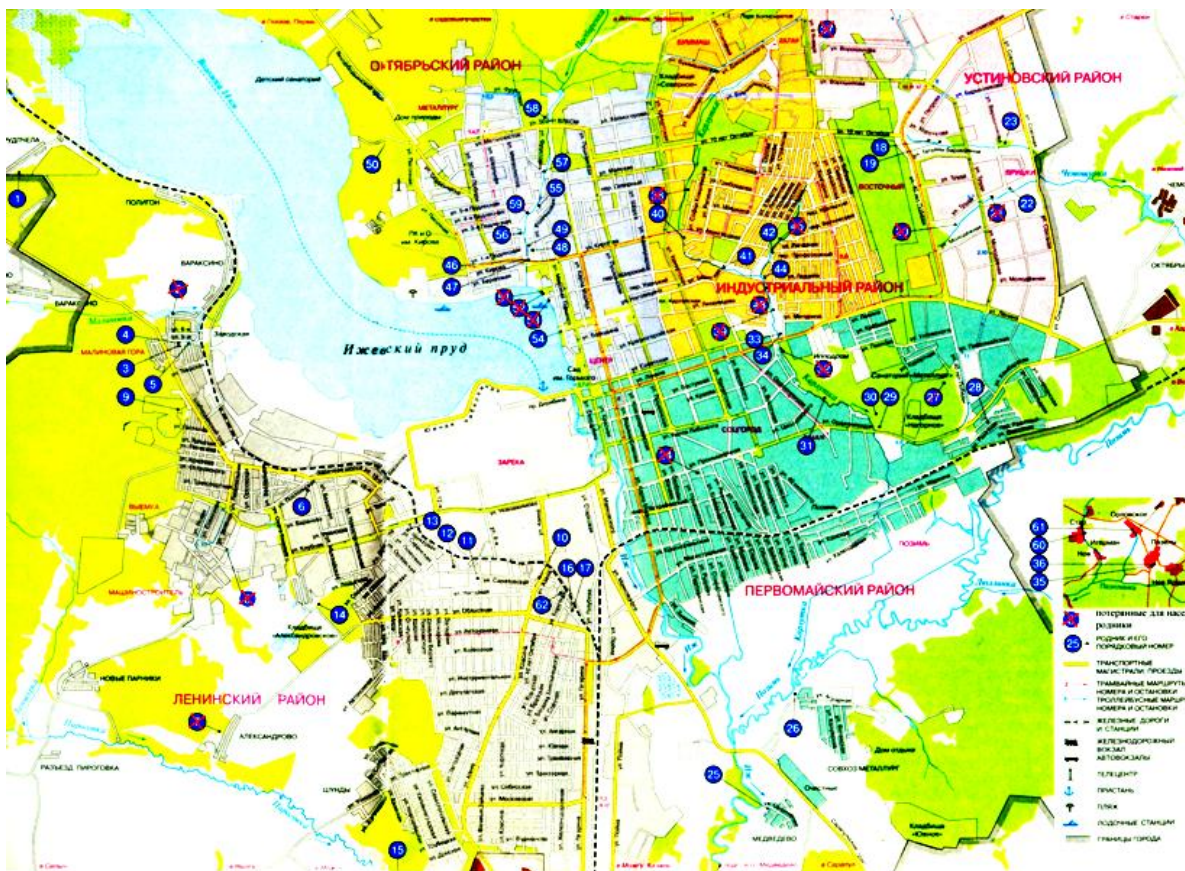


Рис. 3.4.2. Схема родников на июнь 2016 года

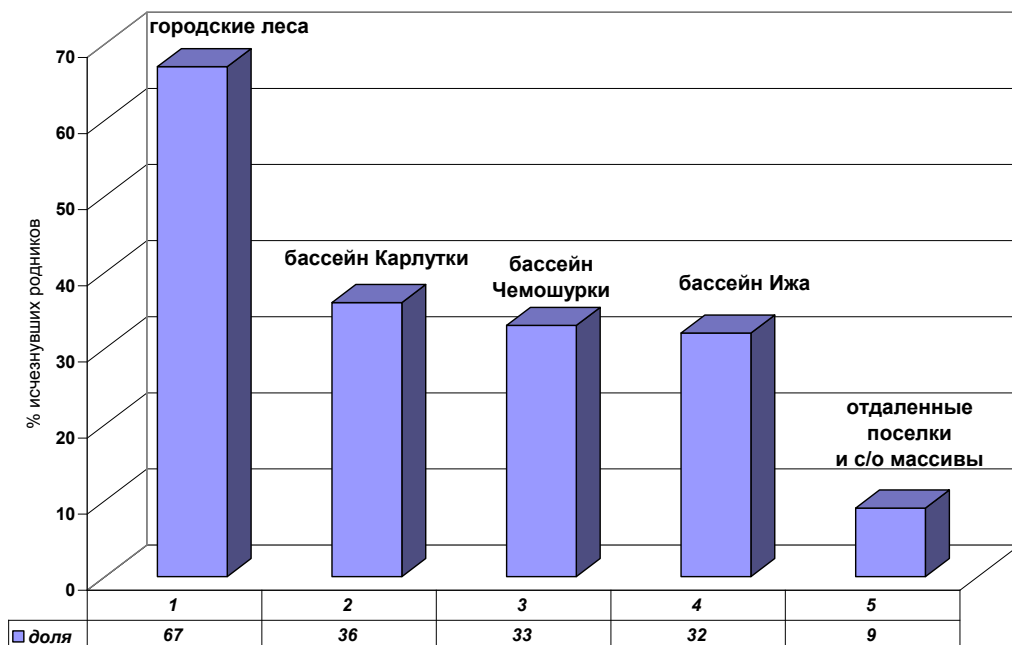


Рис. 3.4.3. Распределение исчезнувших родников

Антропогенные, идущие по пути социального регулирования (преимущественно селитебные с вкраплениями кустарников, лугов, небольших островков леса) – №№ 3, 4, 5, 6, 10, 11, 13, 14, 18, 19, 22, 23, 25, 40, 44, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 58, 59, 61, 62;

Антропогенные, существенно преобразованные (селитебные, промышленно-заводские и т.п.), это родники №№ 12, 16, 17, 42, 57.

Наиболее высока доля антропогенных, идущих по пути социального регулирования и антропогенных, существенно преобразованных родников в бассейнах р. Подборенка и в бассейне р. Чемошурка, где она составляет 100% (рис. 3.4.4).

Говоря об исчезновении родников, важно понять следующее - даже если родники города Ижевска не являются в силу тех или иных причин (разрушен каптаж, сломан водослив, сильная загрязненность родниковых вод) источниками питьевого водоснабжения, они выполняют ряд других важных функций:

Во-первых, родники города, наряду с прилегающим к ним островкам растительного покрова, а в некоторых случаях и водными объектами, являются важным элементом городского ландшафта. В советское время их каптировали, украшали малыми архитектурными формами, водосливные стенки порой заворачивали изразцами (как была отдекарирована водосливная стенка родника вблизи завода «Нефтемаш»), с учетом типа местности обустраивали подходы и места отбора воды. Многие из родников были украшением городской среды;

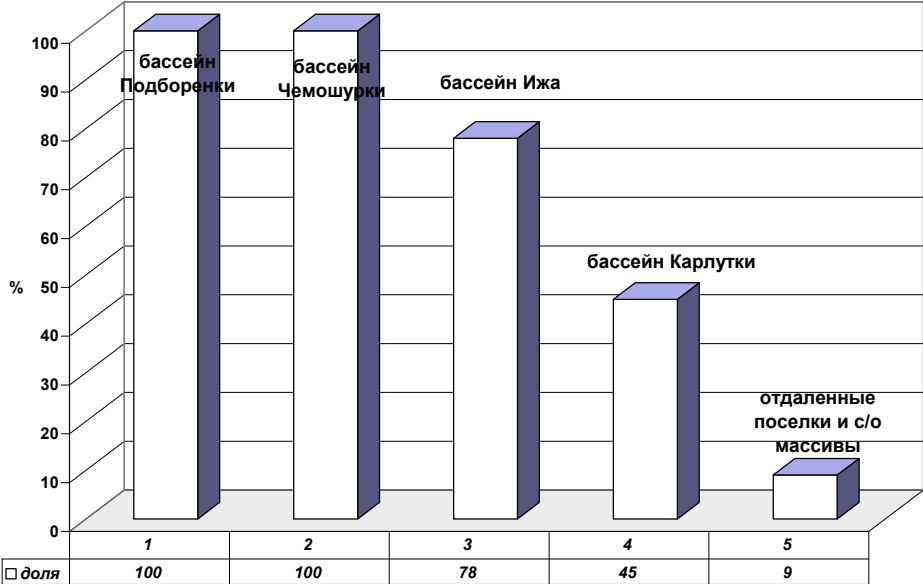


Рис. 3.4.4. Доля антропогенных и антропогенных существенно преобразованных родников

Во-вторых, родники являются ценной составляющей рекреационных и ресурсосберегающих зон. При грамотной планировке и обустройстве территории, с учетом пейзажности ландшафта, эти места могут стать благодатными для отдыха населения города и полезными для создания дендропарков (как, например, Чемошурская группа родников);

В-третьих, некоторые родники, имеющие легендарную историю (как, например, Важнин ключ, Полковницкий ключ) могут выступать в качестве памятников истории и могут быть включены в список экскурсионных объектов города;

И, наконец, родники могут выступать (и уже выступают) в качестве резервных источников воды как для бытовых нужд населения (полив огородов, зеленых насаждений в частном секторе), так и с противопожарными целями. Естественно, в последнем случае, необходимо продумать при этом систему планировки местности и аккумуляции воды накопителями (например, создание пруда или системы прудов).

По типу выхода все родники города относятся к нисходящим, эрозионным родникам и приурочены к нижеустьинскому терригенному водоносному горизонту, который в пределах нашего города распространен повсеместно. Водовмещающими породами являются залегающие в виде

линзовидных прослоев песчаники мелкозернистые полимиктовые и кварцево-полимиктовые, трещиноватые известняки и мергели ильинской свиты. Вышележащий водоупор представлен глинами и алевролитами того же возраста; нижний водоупор – алевролитами и глинами максимовской свиты нижеустынского горизонта. Вследствие фациальной изменчивости пород выдержанный водоупор между сухонским и нижеустынским горизонтами отсутствует, т.е. имеется гидравлическая связь [Доклад..., 2013]. Соответственно этому, данный водоносный горизонт, выходящий в виде родников, согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 относится к *недостаточно защищенным подземным водам* [СанПиН..., 2002].

Исследование гидрологического режима родников автором осуществлялось трижды – в летне-осеннюю межень 1999 г. (июнь), во время весеннего снеготаяния 2015 г. (апрель) и в летне-осеннюю межень 2016 г. (июнь).

Для выяснения изменений дебита родников за многолетний период, по оставшимся в городе родникам, был проведен сравнительный анализ дебита за 1999 год и дебита родников в 2016 г. Из таблицы 3.4.1 и рисунка 3.4.5 видно, что разница в дебитах по группам родников незначительна. Пониженные значения дебита в 1999 г. связаны с прохождением более жесткой межени на тот период времени, в сравнении с меженью 2016 г., изредка прерываемой дождевыми паводками. Несмотря на то, что средние показатели дебита по группам родников за 1999 и 2016 гг. близки, за исключением родников бассейна Чемошурки (табл. 3.4.1), по отдельным родникам можно заметить существенное снижение дебита (табл. 3.4.2, рис. 3.4.6).

В ходе исследования состояния водосливов и измерения дебитов родников, было обнаружено, что у шести родников – №№22, 31, 34, 41, 57, 60 сток воды идет, минуя водослив, что говорит о разрушении каптажа. А ведь гидрологический режим родников во многом определяется состоянием каптажной камеры. Так, в период прохождения весеннего паводка 2015 г. расходы вод некоторых родников оказались ниже меженных расходов именно по причине забивки незащищенного от поверхностного стока каптажа наносами, идущими с тальми водами. А для некоторых родников сток воды в период весеннего снеготаяния вовсе отсутствовал и вновь появился только после прочистки каптажных камер. При обустроенном каптаже дебит родника может остаться практически неизменным в разные фазы водного режима (табл. 3.4.3).

Наибольшее количество родников, где зафиксирован меньший в сравнении с 1999 г. дебит, фиксируется для группы родников городских лесов, родников удаленных поселков и бассейна р. Чемошурка.

Таблица 3.4.1

Экстремальные и средние значения дебита родников

Группа	Дебит в 1999 г. л/с			Дебит в 2016 л/с		
	мин.	макс.	ср.	мин.	макс.	ср.
Балочные и долинны родники удаленных поселков и с/о массивов	0,1	2,5	0,8	0,06	4,5	0,87
Ижевская группа родников	0,02	1,1	0,44	0,02	1,2	0,47
Подборенская группа	0,2	1,5	0,71	0,028	3	0,86
Карлутская группа родников	0,07	1,5	0,59	0,05	2,14	0,56
Чемошурская группа родников	0,18	2,4	0,95	0,25	2,0	0,76
Родники городских лесов	0,03	0,05	0,13	0,25	2,0	0,23

Наименьшее количество родников с пониженным дебитом характерно для Карлутской группы (рис. 3.4.6).

Степень изменчивости дебита родников (отношение минимального дебита к максимальному дебиту) исследовалась на примере родников Чемошурской группы.

Показатель изменчивости во времени дебита родника очень важен, так как свидетельствует о постоянстве (или непостоянстве) расходов воды, следовательно, об устойчивости водного режима источников питьевого водоснабжения, об условиях подпитки своим стоком близлежащих речных систем.

В данном случае, все родники этой группы оказались весьма постоянными (min дебит / max дебит \approx 1:1), что свидетельствует о хорошей естественной зарегулированности стока р. Чемошурка и ее левого притока подземными водами.

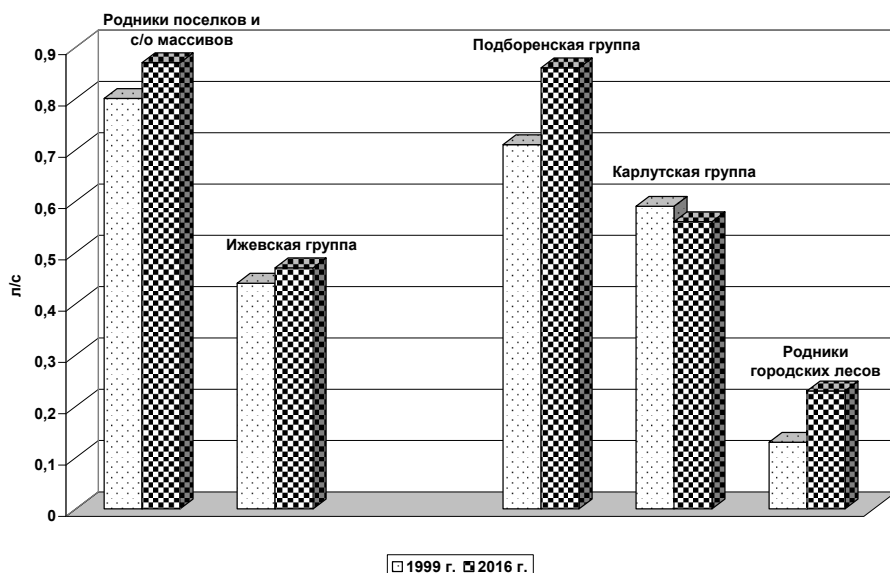


Рис. 3.4.5. Сравнительный анализ дебита по группам родников

Таблица 3.4.2
Дебит родников в июне 2016 г. в сравнении с их дебитом в июне 1999 г.

Номер родника	Местонахождение	Тип родника	Дебит родника (л/с)	
			июнь 1999 г.	июнь 2016 г.
3	безымянная балка в створе 4-й улицы Малиновой горы	антропогенный	0,6	0,37
4	безымянная балка в створе 5-й улицы Малиновой горы	антропогенный	0,6	0,25
27	безымянный овраг, вблизи санатория Metallurg	естественногенный	0,13	0,07
28	прав.склон долины р.Позимь, в 80 м южнее д.№24 по ул.Ракетной	Антропогене- зированный	2,5	0,93
29	лев.склон долины р.Карлутка, в 450 м западнее остановки «Нефтемаш»	Антропогене- зированный	0,9	0,05
33	лев.склон долины р.Карлутка, в 100 м западнее Республик. детской больницы	Антропогене- зированный	0,24	0,11
34	лев.склон долины р.Карлутка, в 100 м западнее Республик. детской больницы	Антропогене- зированный	1,2	0,75
35	левый борт безымянного оврага, пос.Пазелы, в 20 м от д.№32 по ул.Пазелинской	Антропогене- зированный	1,0	0,8
36	левый борт безымянного оврага, пос.Пазелы, вблизи д.№17 по ул.Камышовой	Антропогене- зированный	1,0	0,43
48	лев.склон долины р.Подборенка, вблизи д.№47 по ул.Родниковой	антропогенный	1,5	0,8

Общая ситуация по дебиту родников Ижевска представлена в табл. 3.4.4. По расходу родниковых вод заметно выделяются три родника: родник №25 в пос. Медведево, родник №42 на левом склоне Карлутки и родник №39 на правом склоне р. Подборенки (полуразрушен). Водообильность родников представлена на рис. 3.4.7.

Причины колебаний дебита родников различны. Дебит нисходящих родников связан в основном с сезонными и годовыми изменениями осадков. Чем глубже залегает водоносный горизонт, меньше его водопроницаемость, слабее связь его с атмосферой и чем больше область питания, тем с большим опозданием отражается влияние выпадения осадков на дебите родников. Оно может сказаться и через несколько дней и через много месяцев. Дебит восходящих родников отличается бóльшим постоянством, чем нисходящих.

Таблица 3.4.3

Примеры влияния состояния каптажа на дебит родников

Номер родника	Состояние каптажа	Дебит, л/с		
		Июнь 1999г.	Апрель 2015г.	Июнь 2016г.
Родник 1	треб. ремонт каптажа	0,1	0,025*	0,1
Родник 3	каптаж заиливается	0,6	Стока нет*	0,37
Родник 5	каптаж обустроен	0,8	1,0**	1,0
Родник 10	каптаж обустроен	0,4	0,3**	0,33
Родник 11	треб. ремонт каптажа	0,5	0,05*	0,43
Родник 13	треб. ремонт каптажа	1,1	0,79*	1,2
Родник 22	треб. ремонт каптажа	2,4	1,21**	2,0
Родник 42	треб. ремонт каптажа	1,5	0,94*	2,14
Родник 47	каптаж обустроен	1	1,03**	1,0
Родник 60	треб. ремонт каптажа	1,5	0,38*	1,5

Примечание.*Снижение (или отсутствие) дебита родника в паводок по причине заиливания каптажной камеры;

**Постоянство дебита родника во времени.

Таблица 3.4.4

Классификация родников г. Ижевска по дебиту (июнь 2016 г.)

Дебит родников (л/с)		
Малodeбитные – менее 1 л/с		Среднедебитные – 1-10 л/с
Незначительные от 0,01 до 0,1 л/с	Малые – от 0,1 до 1 л/с	
7, 17, 27, 29, 31, 34, 57 Средний дебит 0,04 л/с	1, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 26, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 39, 40, 41, 46, 48, 49, 50, 54, 55, 56, 58, 61, 62 Средний дебит 0,41 л/с	5, 13, 22, 25, 42, 44, 47, 59, 60 Средний дебит 1,95 л/с

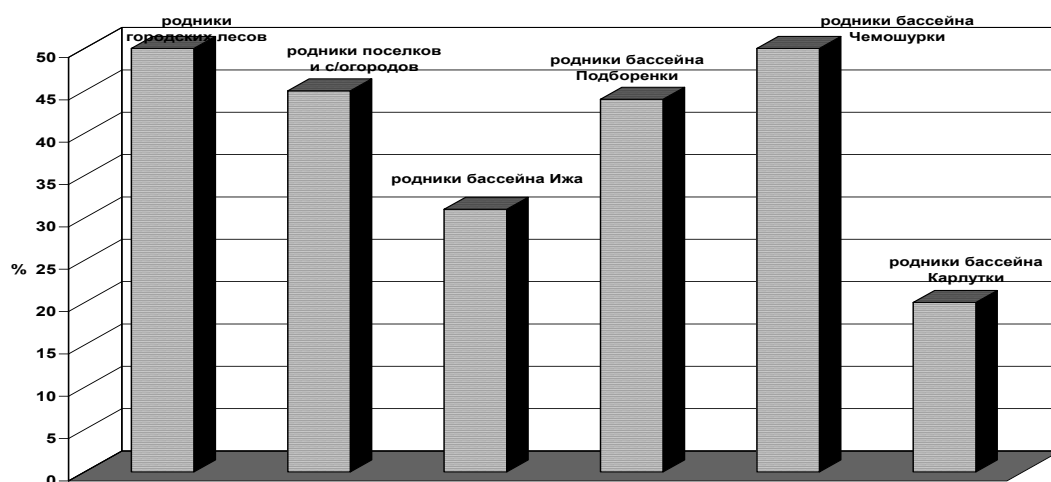


Рис. 3.4.6. Доля родников со снижением дебита

Для определения связи между дебитом родника и количеством выпадающих осадков были проведены более частые измерения дебита родников Чемошурской группы за период с октября 2016 г. по май 2017 г. При этом, ежедневные измерения дебита проводились у родников № 28 и № 29. Измерения дебита с периодичностью один раз в две недели осуществлялись у родников №№ 19, 22, 23. Ежедневные данные по слою стока атмосферных осадков для г. Ижевска были взяты с сайта

Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России.

Полученные результаты свидетельствуют, что у двух из пяти рассматриваемых родников была выявлена умеренная связь между их дебитом и количеством атмосферных осадков: родник №19 (коэффициент корреляции Пирсона составил **0,4**) и родник №23 (коэффициент корреляции Пирсона составил **0,32**). Это свидетельствует о том, что в формировании качества этих родниковых вод участвуют атмосферные осадки.

Температура родниковых вод в пределах города значительно различалась. К самым холодным родникам на июнь 2016 г. относились:

- родник №14 вблизи дома № 80 по ул. О.Драгунова (правый склон р.Иж) - с температурой воды всего 5°C;
- родник №50 «Важник ключ» - с температурой воды 5,5°C;
- родник №42 вблизи дома № 60 по ул.Фронтальной (левый склон притока р. Карлутки) - с температурой воды равной 6,0°C. Это, к тому же оказался и один из самых полноводных родников в пределах города.

Самыми теплыми родниками на этот период явились:

- родник №40 (левый склон долины р. Карлутки) - с температурой воды 12°C;
- родник №48 (левый склон долины р. Подборенки) и родники №№ 18,19 (вблизи шк.71) - с температурой воды 11°C.

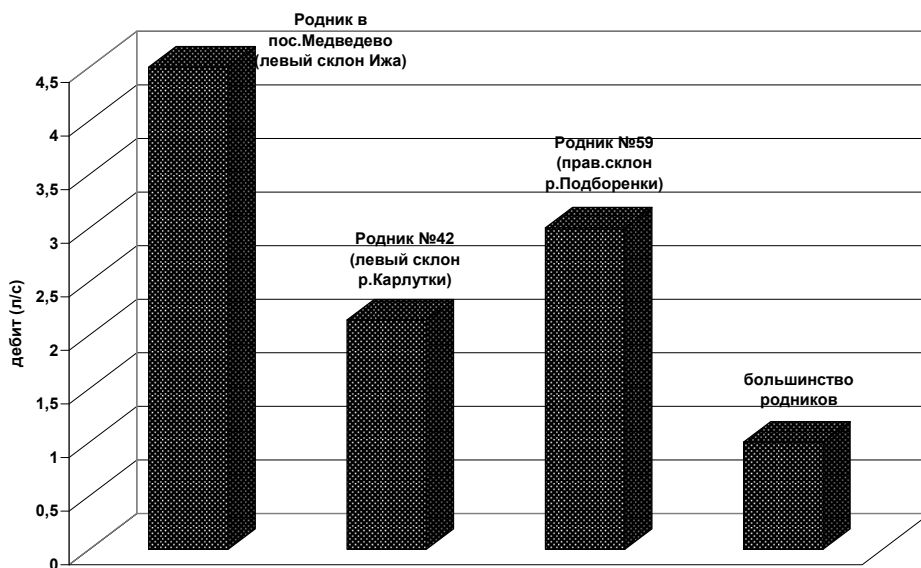


Рис.3.4.7. Самые водообильные родники на фоне большинства родников Ижевска (по данным на июнь 2016 г.)

Температурные показатели родников приведены ниже, в таблице 3.4.5. Как можно заметить из данной таблицы, температура воды родников бассейна р. Чемошурки и р. Подборенки заметно выше температуры родников других групп. Это стоит принимать во внимание, учитывая, что среди родников, относящихся к бассейнам этих рек, находится наибольшее число антропогенных и антропогенных существенно преобразованных родников.

В целом, большинство родников Ижевска и его окрестностей на момент исследования (июнь 2016г.) имело температуру воды от 7 до 9°C.

Другим немаловажным вопросом относительно родников, является качество воды, ведь некоторые родники города до сих пор используются ижевчанами для хозяйственно-питьевых целей.

Основным документом в части оценки качества родниковых вод и их охраны являются СанПиН 2.1.4.1175-02 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

Эти санитарные правила и нормы устанавливают гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного водоснабжения. Нецентрализованным водоснабжением является использование для питьевых и хозяйственных нужд населения воды подземных источников,

забираемой с помощью различных сооружений и устройств, открытых для общего пользования или находящихся в индивидуальном пользовании, без подачи ее к месту расходования.

Таблица 3.4.5

Усредненные значения температуры родниковой воды
по группам родников

Группа родников	Средняя температура воды, °С, (июнь 2016 г.)
Балочные и долинные родники удаленных поселков и с/о массивов	7,4
Ижевская группа родников (родники склонов долины р. Иж)	7,65
Подборенская группа	9,74
Карлутская группа родников	7,98
Чемошурская группа родников	10,25
Родники городских лесов (в данной группе остался доступным населению только один родник - №50)	5,5

Для оценки физиологической полноценности воды используются СанПиН 2.1.4.1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества».

Подробная оценка качества воды всех 62 родников впервые была дана за период 1995-1999 гг. [Родники..., 2000]. Впоследствии, для периода 2000-2002 гг. оценка качества родниковых вод производилась М.А. Исаевым с соавторами [Исаев, 2009].

Для определения современного состояния качества родниковых вод и исследования его динамики были собраны данные за период с 1995 по 2014 гг. Причем данные с 1995 по 1999 гг., полученные из Управления Роспотребнадзора по УР отличались регулярностью. Периодичность контроля родниковых вод при этом составляла от одной до 4-х проб в год.

Для описания качества воды родников с начала 2000-х гг. кроме Протоколов химического анализа воды Управления Роспотребнадзора по УР за разные годы привлекались также и другие материалы. Это Протоколы химического анализа воды Федерального центра и эпидемиологии по железнодорожному транспорту в УР, данные ФГУП «Волгагеология» (г. Нижний Новгород), ХЛ ГУ «Управление Минприроды УР» г. Ижевск, ЦЛ МУП «Ижводоканал», ЦЛ ООО «КТЭ» г. Ижевск.

Оценка качества воды родников, приводимая в данной работе, осуществлялась для родников, используемых населением города для питьевых и бытовых нужд – это родники №№ 14, 19, 25, 28, 50, 54, 56. Посещаемость родников определялась в июне 2016 г. по количеству человек, пришедших к роднику в течение 15-20 мин.

В ходе исследования были проанализированы данные по органолептическим показателям - прозрачности, мутности, цвету, запаху и привкусу, а также по химическим показателям - рН, общая жесткость, сухой остаток, ионный состав (HCO_3 , Cl , SO_4 , Ca , Mg), содержание азотных соединений (NH_4 , NO_2 , NO_3), содержание железа общего и некоторых других металлов (единичные пробы) и микробиологические показатели: содержание общих колиформных бактерий (ОКБ) и термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ).

Для качественной характеристики воды были использованы критерии оценки качества воды по значениям кратности и повторяемости воды, заимствованные из методики для оценки качества поверхностных вод [РД..., 2002].

Ниже приводится обзор показателей качества родниковых вод. Начнем его с самого известного по своему названию родника – **родника № 50** или **Важнина ключа** с посещаемостью равной 2 чел/15 мин. Данные по качеству воды обработаны за период: 1997 - 2012 гг.

Вода родника за период исследования не имела ни *запаха*, ни *привкуса*, что соответствует интенсивности – 0 баллов.

Цветность воды изменялась от 0 до 7 град. ПКШ (платино-кобальтовой шкалы), составляя в среднем 1,82 град. ПКШ, что соответствует санитарно-гигиеническому нормативу (20 град. ПКШ).

Мутность воды изменялась от 0,58 до 1,0 мг/л, что не превышает норматива в 1,5 мг/л.

Среднее значение *рН* составило 7,44, что соответствует нейтральной реакции водной среды и не выходит за рамки норматива 6-9.

Жесткость воды изменялась от 5,5 до 7,8 мг экв/л, что превышает норматив (7 мг экв/л). По жесткости воды родника характеризуются как *воды умеренной жесткости*.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (13%) оценивается как **«неустойчивая»**.

Загрязненность воды по значению кратности превышения ПДК этого показателя (1,1) оценивается как **«низкая»**.

Сухой остаток воды изменялся от 328 до 423 мг/л, что соответствует водам средней минерализации.

Содержание *аммиака* изменялось от 0 до 0,06, что не выше норматива (2,0 мг/л по азоту), но свидетельствует временами о свежем органическом загрязнении воды, которое вызвано поступлением отходов жизнедеятельности человека и (или) отходов животноводства на область питания, а затем в подземные воды.

Содержание *нитритов* изменялось от 0 до 0,005 мг/л, что не выше установленного норматива в 3,0 мг/л.

Содержание *нитратов* изменялось от 0,9 до 73,0 мг/л, что выше нормативного предела в 45 мг/л.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (11%) оценивается как **«неустойчивая»**.

Загрязненность воды по значению кратности превышения ПДК этого показателя (1,7) оценивается как **«низкая»**.

Содержание *хлоридов* и *сульфатов* не превышает соответствующих нормативов 350 и 500 мг/л.

Содержание *железа* – от 0,01 до 0,05 мг/л, что в пределах ПДК=0,3 мг/л.

Перманганатная окисляемость воды малая и в среднем составляет 0,55 мгО₂/л

Содержание ОКБ и ТКБ равно 0, что благоприятно характеризует воду с эпидемиологических позиций и соответствует нормативным требованиям (отсутствие в воде бактерий группы ОКБ и ТКБ).

Родник №54 – у Монумента Дружбы народов – посещаемость на июнь 2016 г. составила - 2 чел/15 мин. Данные по качеству воды обработаны за период с 1995 по 2012 гг.

Интенсивность *запаха и привкуса* – 0, т.е. вода родника не имела ни *запаха*, ни *привкуса*, что соответствует интенсивности – 0 баллов;

Цветность воды изменялась от 0 до 5 град. ПКШ, что соответствует санитарно-гигиеническому нормативу (20 град. ПКШ).

Мутность воды изменялась от 0,0 до 1,0 мг/л, что не превышает норматива в 1,5 мг/л.

Среднее значение *pH* составило 7,32, что соответствует нейтральной реакции водной среды и не выходит за рамки норматива 6-9.

Сухой остаток воды изменяется от 325,4 до 743 мг/л, что соответствует водам средней и повышенной минерализации.

Жесткость воды изменялась значительно: от 5,55 до 13 мг экв/л. По жесткости родниковые воды в разное время относились к водам средней жесткости, жестким водам и к водам очень жестким.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (38%) оценивается как **«устойчивая»**.

Загрязненность воды по значению кратности превышения ПДК этого показателя (1,4) оценивается как **«низкая»**.

Содержание *аммиака* в 1997 г. доходило до 0,08 мг/л, в 2008г. – до 0,07 мг/л, что не выше норматива (2,0 мг/л по азоту), но как указывалось выше неблагоприятно с гигиенических позиций.

Содержание *нитритов* изменялось от 0 до 0,008 мг/л, что не выше установленного норматива в 3,0 мг/л.

Содержание *нитратов* изменялось от 8 до 106,3 мг/л, что выше нормативного предела в 45 мг/л.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (56%) оценивается как **«характерная»**.

Загрязненность воды по значению кратности превышения ПДК этого показателя (1,5) оценивается как **«низкая»**.

Содержание *хлоридов* и *сульфатов* не превышает соответствующих нормативов 350 и 500 мг/л.

Содержание *железа* – от 0 до 0,19 мг/л, что в пределах ПДК, равного 0,3 мг/л.

Окисляемость воды по единичным пробам малая и в среднем составляет 1,43 мг О₂/л.

Содержание ТКБ – 0, однако по содержанию ОКБ единично было зафиксировано значение, равное 3,3 КОЕ, что недопустимо согласно санитарно-гигиеническим нормативам.

Родник №56 (ул. 2-я Подлесная) – посещаемость на июнь 2016 г. составила 1 чел/20 мин. Данные по качеству воды обработаны за период 2004 - 2008 гг.

Интенсивность *запаха и привкуса* – 0, т.е. вода родника не имела ни *запаха*, ни *привкуса*, что соответствует интенсивности – 0 баллов.

Цветность воды держалась устойчиво на отметке 2 град. ПКШ, что соответствует санитарно-гигиеническому нормативу (20 град. ПКШ).

Мутность воды изменялась от 0,0 до 1,0 мг/л, что не превышает норматива в 1,5 мг/л.

Среднее значение *pH* составило 7,30, что соответствует нейтральной реакции водной среды и не выходит за рамки норматива 6-9.

Сухой остаток воды изменяется от 456 до 838 мг/л, что соответствует водам средней и повышенной минерализации.

Жесткость воды – 6,6 – 11,5 мг экв/л. Воды родника умеренно-жесткие и жесткие.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (71%) оценивается как «**характерная**».

Загрязненность воды по значению кратности превышения ПДК этого показателя (1,4) оценивается как «**низкая**».

Содержание *аммиака* в 1998 г. доходило до 0,05 мг/л, что не выше норматива (2,0 мг/л по азоту), но как указывалось выше, это неблагоприятно с гигиенических позиций.

Содержание *нитритов* изменялось от 0 до 0,004 мг/л, что не выше установленного норматива в 3,0 мг/л.

Содержание *нитратов* изменялось от 8,9 до 110,8 мг/л, что выше нормативного предела в 45 мг/л.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (42%) оценивается как «**устойчивая**».

Загрязненность воды по значению кратности превышения ПДК этого показателя (1,7) оценивается как «**низкая**».

Содержание *хлоридов и сульфатов* не превышает соответствующих нормативов 350 и 500 мг/л.

Содержание *железа* – от 0,02 до 0,13 мг/л, что в пределах ПДК, равного 0,3 мг/л.

Окисляемость воды по единичной пробе малая и составляет 0,9 мг О₂/л.

Содержание ОКБ и ТКБ – 0 КОЕ, что говорит о благоприятной санитарно-эпидемиологической ситуации.

Родник №14 (ул. О. Драгунова) – один из самых посещаемых родников города, посещаемость на июнь 2016 г. составила 6 - 14 чел/15 мин. Данные по качеству воды обработаны за период: 1995 – 2007 гг.

Интенсивность *запаха и привкуса* – 0, т.е. вода родника не имела ни *запаха*, ни *привкуса*, что соответствует интенсивности – 0 баллов.

Цветность воды изменялась от 0 до 12 град. ПКШ, что соответствует санитарно-гигиеническому нормативу (20 град. ПКШ).

Мутность воды изменялась от 0,0 до 1,1 мг/л, что не превышает норматива в 1,5 мг/л.

Среднее значение *pH* составило 7,2, что соответствует нейтральной реакции водной среды и не выходит за рамки норматива 6 - 9.

Сухой остаток воды изменяется от 242 до 396 мг/л, что соответствует водам средней минерализации.

Жесткость воды изменялась от 4,5 – 7,0 мг экв/л. Воды родника умеренно-жесткие.

Содержание *аммиака* в 1995 г. колебалось от 0,15 до 0,5 мг/л, в 2007 г. – 0,82 мг/л, что не выше норматива (2,0 мг/л по азоту).

Нитриты – их содержание изменялось от 0 до 0,018 мг/л, что не превышает нормативного значения, равного 3,0 мг/л.

Содержание *нитратов* изменялось от 8,0 до 36,7 мг/л, что не выше нормативного предела в 45 мг/л.

Из группы исследуемых по качеству воды родников, родники №№14 и 50 наиболее благоприятны по содержанию нитратов.

Содержание *хлоридов и сульфатов* не превышает соответствующих нормативов 350 и 500 мг/л.

Содержание *общего железа* – изменялось от 0,0 до 0,19 мг/л, что не выше нормативного предела в 0,3 мг/л.

Содержание *фтора* по единичным данным: 0,1 – 0,12 мг/л, не превышает санитарно-гигиенического норматива (1,5 мг/л).

Окисляемость воды малая и колеблется от 0,12 до 1,82 мг O₂/л.

Содержание ОКБ и ТКБ по данным 2006 г. составило 0 КОЕ, что говорит о благоприятной санитарно-эпидемиологической ситуации на тот период.

Родник №25 (пос. Медведево) – посещаемость на июнь 2016 г. составила 1 чел/15 мин. Данные по качеству воды обработаны за период: 1995-2011 гг.

Интенсивность *запаха и привкуса* – 0, т.е. вода родника не имела ни *запаха*, ни *привкуса*, что соответствует интенсивности – 0 баллов.

Цветность воды – 0-12 град. ПКШ, что соответствует санитарно-гигиеническому нормативу (20 град. ПКШ).

Мутность воды изменялась от 0,0 до 0,6 мг/л, что не превышает норматива в 1,5 мг/л.

pH составил: 6,2 – 8,30, что соответствует слабокислой и слабощелочной реакции водной среды и не выходит за рамки норматива 6-9.

Сухой остаток воды изменяется от 384,8 до 603 мг/л, что соответствует водам средней и повышенной минерализации.

Жесткость воды – 5,8 – 7,5 мг экв/л. Воды родника умеренно-жесткие. По данному показателю имеются незначительные превышения.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (25%) оценивается как «*неустойчивая*».

Загрязненность воды по значению кратности превышения ПДК этого показателя (1,04) оценивается как «*низкая*».

Аммиак фиксировался в пробах воды единожды в 1996 г. и составил 0,18 мг/л, что не выше норматива (2,0 мг/л по азоту). В 2000-х гг. это соединение в воде родника выявляется уже чаще, его среднее содержание за этот период составляет 0,016 мг/л.

Нитриты – их содержание изменялось от 0 до 0,008 мг/л, что не превышает нормативного значения, равного 3,0 мг/л.

Содержание *нитратов* изменялось значительно - от 1,5 до 197,0 мг/л, что выше нормативного предела в 45 мг/л.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (80,9%) оценивается как «*характерная*».

Загрязненность воды по значению кратности превышения ПДК этого показателя (2,65) оценивается как «*средняя*».

Содержание *хлоридов и сульфатов* не превышает соответствующих нормативов 350 и 500 мг/л.

Железо – содержание изменялось от 0 до 0,03 мг/л, что не превышает нормативного значения, равного 0,3 мг/л.

Содержание *фтора*: по единичным пробам - 0,1 – 0,13 мг/л, не превышает санитарно-гигиенического норматива (1,5 мг/л).

Окисляемость воды изменялась от 0,27 до 1,11 мг O₂/л – это соответствует водам малой окисляемости.

Родник №28 (ул. Ракетная). Это самый посещаемый в городе родник. Его посещаемость в будний день в июне 2016 г. составила 14 чел/15 мин, а в праздничные дни (Рождество, Крещение) и того больше, в результате чего, к освященному роднику в эти дни выстраивается длинная очередь из жителей города.

Данные по качеству воды родника обработаны за период с 1996 по 2012 гг.

Интенсивность *запаха и привкуса* – 0, т.е. вода родника не имела ни *запаха*, ни *привкуса*, что соответствует интенсивности – 0 баллов.

Цветность воды изменялась от 0 до 12 град. ПКШ, что соответствует санитарно-гигиеническому нормативу (20 град. ПКШ).

Мутность воды изменялась от 0,0 до 1,0 мг/л, что не превышает норматива в 1,5 мг/л.

Среднее значение *pH* составило 7,86, что соответствует слабощелочной реакции водной среды и не выходит за рамки норматива 6-9.

Сухой остаток воды в среднем составил 367,4 мг/л, что соответствует водам средней минерализации. За рассматриваемое время данный показатель изменялся от 288,2 мг/л до 498,0 мг/л.

Жесткость воды изменялась от 3,92 – 6,6 мг экв/л. Воды родника умеренно-жесткие. Превышения норматива (7 мг экв/л) по этому показателю не отмечалось.

Аммиак обнаружен в единичных пробах в 2000-х гг. Среднее содержание составило при этом 0,02 мг/л, что не выше норматива в 2,0 мг/л по азоту.

Содержание *нитритов* в 2000-х гг. изменялось от 0 до 0,01 мг/л, что не выше нормативного предела в 3,0 мг/л.

Содержание *нитратов* изменялось от 2,5 до 35,4 мг/л, что не выше нормативного предела в 45 мг/л.

Содержание *хлоридов* и *сульфатов* не превышает соответствующих нормативов 350 и 500 мг/л.

Железо – его содержание в 2000-х гг. изменялось от 0,02 до 0,07 мг/л, что не превышает нормативного значения, равного 0,3 мг/л.

Окисляемость воды малая и колеблется от 0,22 до 2,73 мгО₂/л

Содержание ОКБ и ТКБ по данным апреля и июля 2012 г. – 0 КОЕ.

Родник № 19 (ул. Короткова, 17а) – посещаемость составила 1 чел/15 мин. Данные по качеству воды обработаны за период: 1996-2012 гг.

Интенсивность *запаха и привкуса* – 0, т.е. вода родника не имела ни *запаха*, ни *привкуса*, что соответствует интенсивности – 0 баллов.

Цветность воды изменялась от 0 до 5 град. ПКШ, что соответствует санитарно-гигиеническому нормативу (20 град. ПКШ).

Мутность воды изменялась от 0,0 до 1,0 мг/л, что не превышает норматива в 1,5 мг/л.

Среднее значение *pH* составило 7,42, что соответствует нейтральной реакции водной среды и не выходит за рамки норматива 6-9.

Сухой остаток воды в среднем составил 574,7 мг/л (это одно из самых высоких средних значений этого показателя среди рассматриваемых в этом разделе родников), что соответствует водам повышенной минерализации.

Жесткость воды незначительно изменялась: от 6,76 до 9,34 мг экв/л. Воды родника в разное время опробования относились к умеренно-жестким и жестким водам. Фиксируются превышения норматива по данному показателю.

Загрязненность воды по значению повторяемости превышения случаев ПДК этого показателя (96 %) оценивается как «*характерная*».

Загрязненность воды по значению кратности превышения ПДК этого показателя (1,2) оценивается как «*низкая*».

Аммиак обнаружен в единичных пробах в 2000-х гг. Среднее содержание составило при этом 0,02 мг/л, что не выше норматива в 2,0 мг/л по азоту.

Содержание *нитритов* в 2000-х гг. изменялось от 0 до 0,005 мг/л, что не выше нормативного предела в 3,0 мг/л.

Содержание *нитратов* низкое и в среднем составило 29,9 мг/л, что не выше нормативного предела в 45 мг/л.

Содержание *хлоридов* и *сульфатов* не превышает соответствующих нормативов 350 и 500 мг/л.

Железо – его содержание в 2000-х гг. изменялось от 0,01 до 0,1 мг/л, что не превышает нормативного значения, равного 0,3 мг/л.

Содержание *фтора* по единичным данным в 1990-х гг.: 0,1 – 0,17 мг/л, не превышает санитарно-гигиенического норматива (1,5 мг/л).

Окисляемость воды изменялась от 0,15 до 1,21 мг О₂/л – это соответствует водам малой окисляемости.

Содержание ОКБ и ТКБ одно из самых неблагоприятных из рассматриваемых родников: по данным апреля 2012 г. содержание ОКБ составило 7 КОЕ, а в июле 2012 г. – 9 КОЕ. Содержание ТКБ в апреле 2012 г. составило 7 КОЕ. В июле 2012 года бактерий этой группы в воде родника зафиксировано не было.

В аспекте внутригодового распределения нитратов в родниковых водах особый интерес вызывают исследования, проведенные в 1997-1999 гг. и в 2003-2004 гг. Н.Г. Рыловой, М.Ф. Кузнецовым и В.В. Плавинской [Рылова, 2008]. В ходе этих работ был выявлен скачкообразный характер содержания нитратов в воде исследуемых родников р. Подборенки. Минимум нитратов был

отмечен в апреле, а максимальные значения были присущи зимнему периоду. Авторы пришли к выводу, что наибольшую опасность для населения представляет употребления родниковых вод в зимний период, когда, в среднем, концентрация нитратов в родниках бассейна Подборенки превышала ПДК в два раза.

Для оценки полезности воды были использованы рекомендуемые СанПиН 2.1.4.1116-02 нормы для вод высшей категории, которые наиболее благоприятны для биохимических процессов, протекающих в человеческом организме. Для этого, из многолетнего временного ряда, были выделены абсолютное минимальное (S_{min}) и максимальное (S_{max}) значения основных показателей качества воды и составлен интервал фактических значений ($S_{min} - S_{max}$), который сравнивался с вышеуказанными нормативами (табл. 3.4.6).

Таблица 3.4.6

Фактические значения ($S_{min} - S_{max}$) макрокомпонентов вод некоторых, наиболее посещаемых родников в сравнении с нормами

Показатель	Высшая категория (по СанПиН 2.1.4.1116-02)	Родник №14 ул. Драгунова	Родник № 19 в 150м ю-в школы 71 ул. Короткова, 17а	Родник №25 дер. Медведево	Родник № 28 ул.Ракетная сев. дома 24	Родник № 50 «Важнин ключ»
Минерализация, мг/л	200-500	242-390,6	434,8-676	384,8-603	288,2-498	328-423
Жесткость, мг-экв/л	1,5-7	4,50-7,00	6,76-9,34	5,8-7,5	3,92-6,6	5,5-7,8
Кальций (Ca) , мг/л	25 - 80	74,1-98,2	11 8,6-160,2	88,2-111,8	56,5-93,7	76,9-94,9
Магний (Mg), мг/л	5 - 50	6-11,7	2,2-38,9	17-26,8	12,6-18,3	12,34-23,7
Бикарбонаты, мг/л (HCO_3)	30 -400	235-406	270-463	193-299	155-230	246-361

Наиболее благоприятной с физиологических позиций оказалась вода из самого посещаемого родника города - родника № 28. Качество воды этого родника соответствуют нормам вод высшей категории. Исключая ионы кальция, незначительно выходящие за пределы соответствующего норматива качества. Воды родников № 14 и № 50 менее физиологичны, чем вода родника № 28. Они по двум показателям не соответствуют качеству воды высшей категории. Родник № 14 – по содержанию ионов кальция и гидрокарбонатов, родник № 50 – по показателю жесткости воды и содержанию ионов кальция.

Воды родника №19 соответствуют качеству воды высшей категории только по содержанию ионов магния, а воды родника № 25 соответствуют воде высшей категории только по содержанию ионов магния и гидрокарбонатов.

Если провести ретроспективный анализ качества воды, то выяснится, что в конце 1990-х гг. две трети родников не соответствовали нормативам по содержанию нитратов. Причем в 20% случаев содержание нитратов превышало допустимые 45 мг/л более чем в 3 раза. Ухудшение по данному показателю у многих родников стало происходить с 1997 года. Данные за 2000 - 2012 гг. свидетельствуют о еще большей степени превышения нормативов. Так, в воде родника №41 (парк «Березовая роща») фиксировалось 4-х кратное превышение допустимой нормы по содержанию нитратов.

Источники загрязнения родниковой воды нитратами различны. В районах с частной застройкой, с садово-огородными массивами - это использование населением азотных минеральных и органических удобрений, а также поступление азота в белковой и минеральной форме из фекалий выгребных ям при отсутствии централизованной канализации. В современных многоэтажных жилых районах основным источником поступления нитратов являются свалки бытовых отходов – пищевые отходы, разлагаясь, поставляют азот в почву. В центральных районах города, где расположены промышленные предприятия – это выбросы предприятий, из которых происходит аэрогенное осаждение соединений азота на поверхность области питания родников.

Вторым показателем качества воды, по которому вода около 80% всех родников была некондиционной в 1990-е годы, является жесткость воды.

Соответствие нормам одновременно по содержанию соединений азота и общей жесткости на конец 1990-х годов имели только 5 родников: №№ 14, 20 (сейчас этот родник под названием «Полевой» разрушен), 22, 28 и 50.

Таким образом, можно сделать вывод, что и по сегодняшний день вода родников №№ 14, 28 одновременно удовлетворяет нормативным требованиям по двум основным показателям качества воды - жесткости и содержанию нитратов.

Жесткость вод обусловлена в основном ионами кальция. Она изменяется в пределах города в очень широких пределах – от менее 4 мг-экв/л до 13-14 мг-экв/л. Таким образом, родниковые воды в отдельные периоды года могут относиться к мягким, умеренно-жестким, жестким и очень жестким водам.

Родники с предельно высокой жесткостью (более 10 мг-экв/л) выходят на поверхность преимущественно в центральной части города, на левом коренном склоне р. Иж, в долинах рр. Подборенка и Карлутка. Повышенная жесткость подземных вод имеет естественную природу – выщелачивание ионов кальция и магния происходит из известняков, слагающих водоносные слои.

По ионному составу родниковые воды Ижевска относятся к хлоридно-кальциевым водам, реже – к сульфатно-гидрокарбонатным магниевыми-кальциевым водам.

Для исследования зависимости между отдельными показателями качества родниковых вод, а также - между временем отбора проб воды и показателями качества были получены корреляционные коэффициенты (r) и рассчитаны коэффициенты значимости связи (t) или критерий Стьюдента (табл. 7):

$$t = r / \sigma_r, \\ \text{при этом } \sigma_r = 1 - r^2 / \sqrt{n},$$

где σ – стандартное отклонение; n – количество значений.

При $t > 3$ связь считается значимой.

Анализировалась также связь некоторых *гидрохимических показателей качества воды родников с состоянием их каптажа*.

Заметим, что для выражения силы связи использовалась шкала Чеддока: слабая связь при значениях коэффициента корреляции от 0,11 до 0,3; умеренная — от 0,31 до 0,5; заметная — от 0,51 до 0,7; высокая — от 0,71 до 0,9; сильная — от 0,91 до 0,99 и функциональная – 0,99 - 1,0.

Между техническим состоянием каптажа и содержанием нитратов в родниковых водах, жесткостью и минерализацией воды значимой связи выявлено не было. Так, коэффициент корреляции между содержанием нитратов в воде родников и состоянием их каптажа составил всего 0,23, что говорит о присутствии лишь слабой связи.

Скорее всего, состояние каптажа, как фактор формирования качества родниковых вод имеет значимую связь с *микробиологическими показателями качества воды*. К сожалению, рассчитать такую связь у автора исследования возможности не было, в силу отсутствия необходимого ряда данных по микробиологической загрязненности воды родников.

Закономерная умеренная связь была выявлена между нитратами и хлоридами, жесткостью воды и сухим остатком воды, а слабая связь – между жесткостью воды и хлоридами.

Естественна и высокая значимая связь отмечена между сухим остатком воды и хлоридами.

Определенный интерес вызвала выявленная умеренная и заметная связь содержания нитратов в родниковых водах со временем отбора проб воды (табл. 3.4.7). Что подтверждает исследования, проведенные Н.Г. Рыловой, М.Ф. Кузнецовым и В.В. Плавинской [Рылова, 2008].

В аспекте исследования области питания родников было интересно проанализировать связь между загрязненностью почвенного покрова области питания в разные годы. Для этого были задействованы результаты эколого-геохимической съемки территории города Ижевска за период 1995-1998 гг. Эта съемка осуществлялась сотрудниками кафедры экологии и природопользования под руководством В.И. Стурмана. Результатом ее явились карты загрязненности почвенного покрова города Ижевска.

Кроме того, для характеристики загрязненности области питания родников были привлечены результаты почвенного опробования, проведенные в начале 2000-х гг. Н.Г. Рыловой, в ходе написания своей диссертации [Рылова, 2003].

Ниже, в таблице 3.4.8 приведены результаты корреляционной связи между загрязненностью почв области питания в разные годы исследования.

Для оценки загрязненности почвенного и снежного покрова использовался комплексный показатель Z_c . Этот суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов-загрязнителей и выражен формулой [Методические..., 1999]:

$$Z_c = \Sigma (K_c + \dots + K_{cn}) - (n - 1),$$

где K_c – коэффициент концентрации химического вещества, определяемый отношением фактического содержания вещества в почве (C_i) в мг/кг почвы к региональному фоновому содержанию (C_{fi}):

$$K_c = C_i / C_{fi}$$

Кроме того, была проанализирована связь загрязнения снега и почвы области питания родников.

Для этого на карты загрязненности снежного и почвенного покрова [Рылова, 2003]) была наложена схема родников с границами областей питания и сняты значения Z_c почвы и Z_c снежного покрова области питания родников.

Таблица 3.4.8

Характеристики корреляционной связи между загрязненностью почвы области питания родниковых вод в 1995-1999 гг. и загрязненностью почвы за период 2000-2002 гг.

Показатель	Zc почвенного покрова 2000-2001 гг.		
	r	n	t
Zc почвенного покрова в 1995-1998 гг.	0,18	54	1,4

Результаты корреляционной связи и рассчитанный коэффициент Стьюдента указаны в таблице 3.4.9.

Таблица 3.4.9

Характеристики корреляционной связи между загрязненностью почвенного покрова и загрязненностью снежного покрова области питания родниковых вод

Показатель	Zc снежного покрова [8]		
	r	n	t
Zc почвенного покрова [8]	0,36	54	3,27

Коэффициент Стьюдента составил более 3, таким образом, выявленная связь между загрязненностью снежного и почвенного покрова - значимая. По значению коэффициента корреляции r – это умеренная связь.

Самые загрязненные области питания с Z_c снежного покрова до 128 (опасное загрязнение) принадлежат родникам №№ 10, 11, 12, 13 – родники правого склона долины р. Иж.

Родники, в чьи области питания попадают земли с опасным загрязнением почвенного покрова (Z_c почвы до 128) – это родники №№ 18, 19, 23, 24, 27, 29, 51, 52, 53, 54, 56, 59. Орографически области питания этих родников принадлежат следующим бассейнам: бассейну р. Чемошурки, левому и правому склону долины р. Иж, левому склону Карлутки и правому склону р. Подборенки.

Межгодовая динамика показателей

Для исследования межгодовой динамики качества воды городских родников был проведен корреляционно-регрессионный анализ. В ходе определения тесноты и направления взаимосвязи между временем и показателями качества родниковой воды по графикам значений некоторых показателей качества воды были построены линии линейного тренда. Были сняты параметры этих трендов, с указанием коэффициента детерминации (они показаны на графиках).

Указанный коэффициент детерминации (R^2) — квадрат множественного коэффициента корреляции, показывает, какая доля дисперсии результативного признака объясняется влиянием независимых переменных.

Коэффициент принимает значения из интервала [0; 1]. Чем ближе его значение к единице, тем ближе модель к эмпирическим наблюдениям. В случае парной линейной регрессионной модели коэффициент детерминации равен квадрату коэффициента корреляции.

Для оценки силы связи, как уже упоминалось выше, в теории корреляции применяется шкала английского статистика Чеддока: слабая связь - от 0,11 до 0,3; умеренная — от 0,31 до 0,5; заметная — от 0,51 до 0,7; высокая — от 0,71 до 0,9; сильная — от 0,91 до 0,99 и функциональная – 0,99 - 1,0.

В силу недостаточности финансирования работ по ведению гидрогеохимического мониторинга в последние годы отбор проб родниковых вод осуществляется реже, чем в 1990-х годах

Таблица 3.4.7

Характеристики корреляционной связи для отдельных ингредиентов качества родниковых вод

Ингредиент	Сроки отбора родниковых вод			Хлориды			Сухой остаток воды			Жесткость воды		
	г	п	т	г	п	т	г	п	т	г	п	т
Нитраты	0,41*	314	8,72	0,37	291	7,4	0,42	50	3,5	0,30	105	3,4
Жесткость воды	0,23	105	2,6	0,30	90	3,13	0,48	50	4,40	1	Критерий Стьюдента не рассчитывался	
Сухой остаток воды	0,04	Критерий Стьюдента не рассчитывался		0,77	50	13,28	1	Критерий Стьюдента не рассчитывался		0,48	50	4,40

Примечание: ***Жирным шрифтом** выделены статистически значимые связи.

и не по всем родникам города. Вследствие малой длины исходного для анализа временного ряда, полученные в ходе исследования регрессионные модели, являются ориентировочными.

Ниже, представлены графики изменения показателей качества воды наиболее посещаемых родников города с корреляционной связью, близкой к значимым ($r \geq 0,65$). Наиболее точными прогнозными моделями являются: 1) модель изменения минерализации воды в роднике №54 (рис. 3.4.8), где можно проследить снижение этого показателя со временем; 2) прогнозная модель динамики жесткости воды родника №14 (рис. 3.4.9), с незначительным ростом показателя; 3) модели изменения содержания нитратов, значений pH и общей жесткости воды родника №25, со слабым ростом этих показателей (рис. 3.4.10, 3.4.11, 3.4.12); 4) модель роста содержания хлоридов в воде родника №29 (рис.3.4.13).

Остальные, выявленные тенденции в динамике качества родниковых вод, несомненно, интересны, но на данное время, в силу малого ряда фактических данных по ним, представляют незначительную практическую пользу.

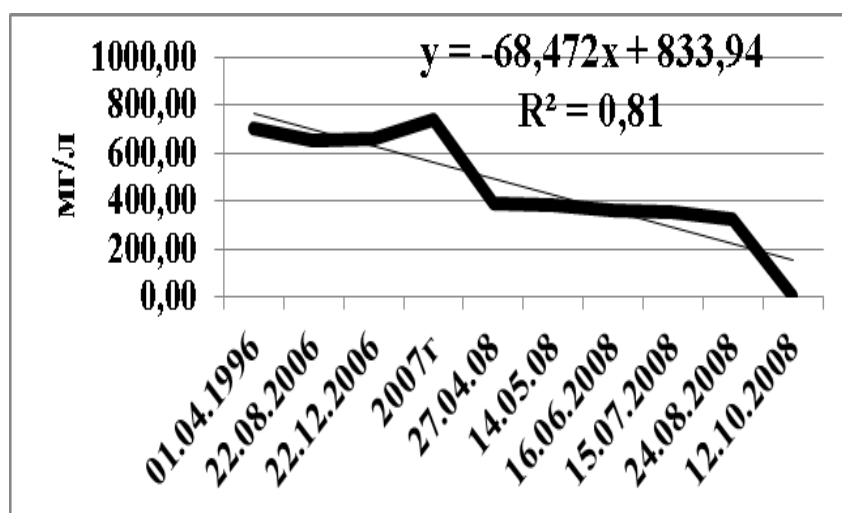


Рис. 3.4.8. Динамика минерализации воды родника № 54

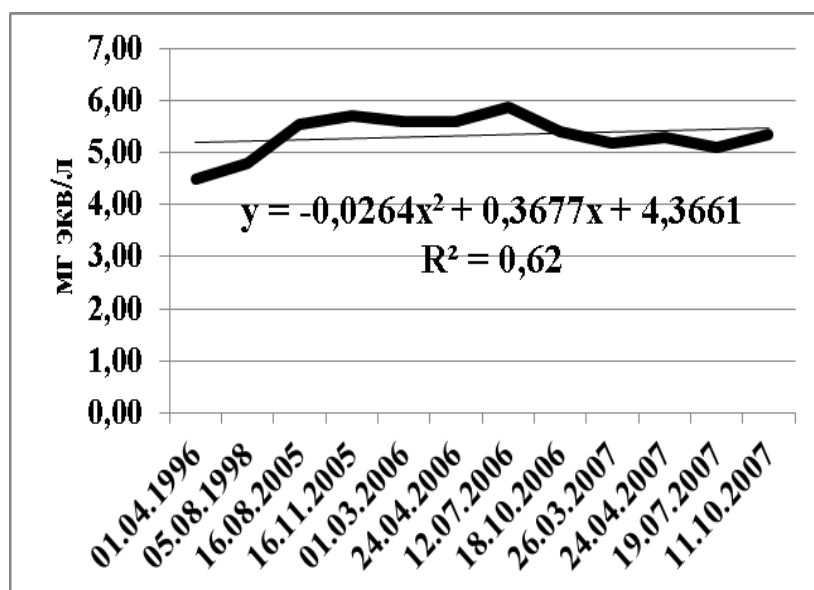


Рис. 3.4.9. Динамика жесткости воды родника № 14

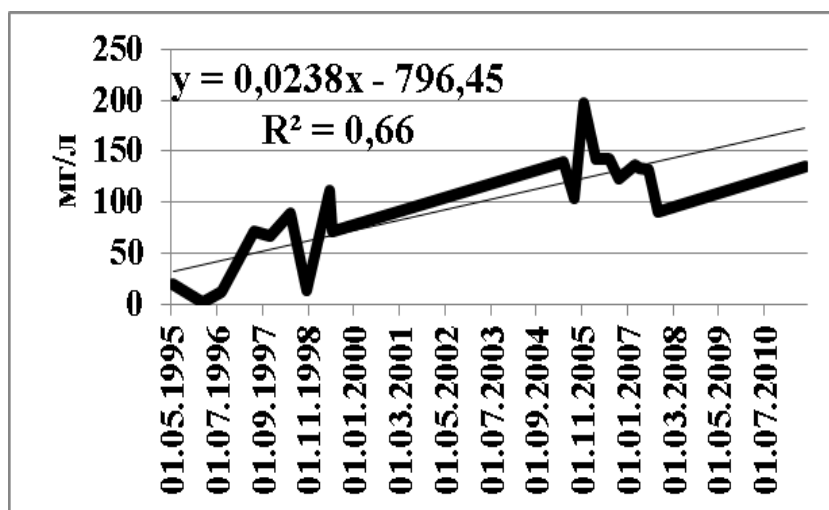


Рис. 3.4.10. Динамика содержания нитратов в воде родника № 25

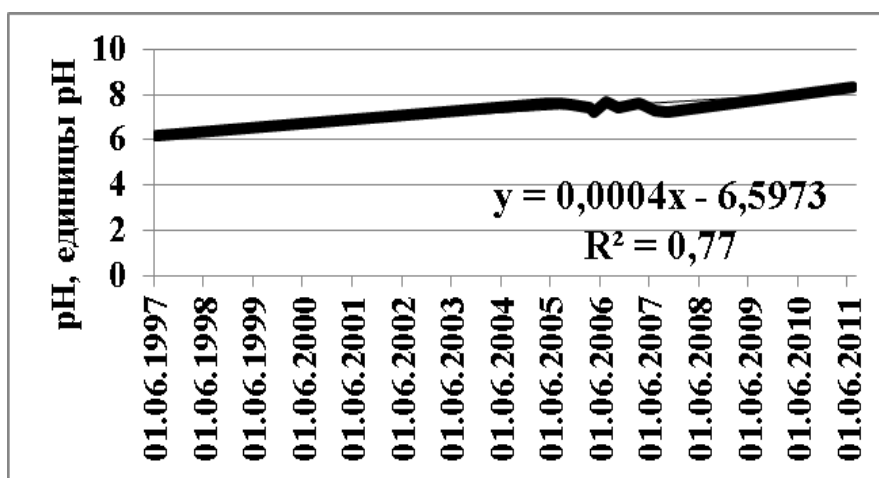


Рис. 3.4.11. Динамика pH воды родника № 25

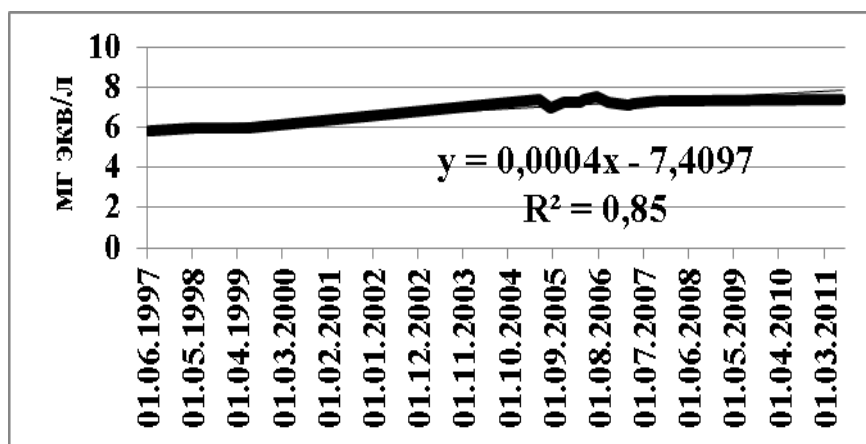


Рис. 3.4.12. Динамика жесткости воды родника № 25

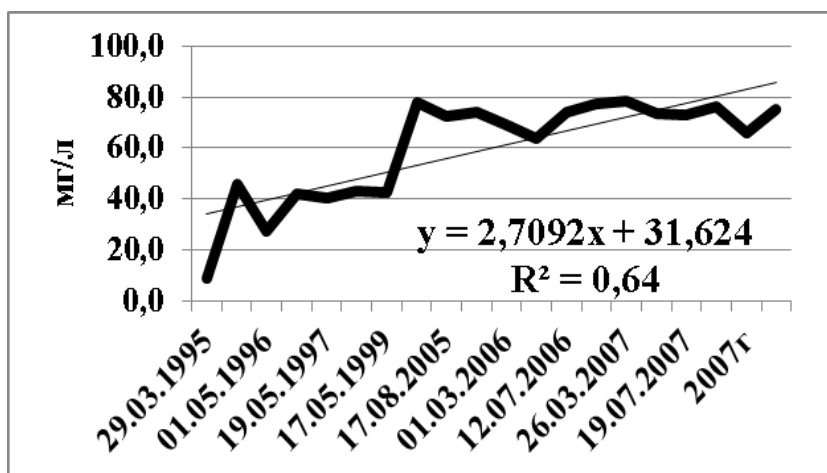


Рис. 3.4.13. Динамика содержания хлоридов в воде родника № 29

Защита и охрана городских родников

Наибольшие возможности для разрешения проблемы охраны родников как источников питьевого водоснабжения представляют Федеральные законы и Федеральные подзаконные акты (ФЗ №33 «Об особо охраняемых природных территориях», Земельный кодекс РФ, Градостроительный кодекс РФ и др.).

Однако эти возможности не используются в правовом отношении ни на самом федеральном уровне, ни на подчиненных ему – региональном и местном уровнях нормативно-правовой базы. Результатом является неработоспособность этих документов в части исследуемого вопроса.

Из Федеральных подзаконных правовых актов, способных решить техническую составляющую данного вопроса, можно отметить Требования к содержанию схем водоснабжения и водоотведения (утв. Постановлением Правительства РФ от 05.09.2013 № 782). При этом, было достаточно внести соответствующие изменения в этот документ, дополнив пункт «в» раздела 6, описанием состояния источников *нецентрализованного* питьевого водоснабжения, к которым зачастую относятся родники городов.

Среди подзаконных правовых актов субъектов РФ в первую очередь необходимо обратить внимание на документы, связанные с развитием особо охраняемых территорий (ООПТ) местного значения, где родники как источники питьевого водоснабжения правомерно попадают под статус территорий, имеющих *иное ценное значение*.

На уровне муниципальных образований, заинтересованных в качестве родников, являющихся посещаемыми источниками водоснабжения, должна вестись наиболее активная работа, поскольку на локальном уровне, в сравнении с региональным и федеральным уровнями, проще осуществлять контролирующие и охранные функции.

В связи с зафиксированным ухудшением состояния городских родников, автором работы предложены меры для защиты родников, используемых в качестве питьевых водоисточников:

1. На уровне г. Ижевска придать некоторым родникам статус особо охраняемых территорий местного значения.

Согласно п. 14 Постановления Правительства УР от 28 сентября 2009 г. № 278, при решении вопроса определения ООПТ местного значения местная администрация проводит оценку соответствия рассматриваемой территории следующим критериям, в числе которых: особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, оздоровительное рекреационное значения и *иное ценное значение*.

В данном случае родники как источники питьевого водоснабжения могут попадать под статус ООПТ, территорий имеющих иное ценное значение.

Из родников Ижевска, пользующихся наибольшей популярностью среди горожан как источники водоснабжения, можно выделить три родника: родник № 28, известен у горожан как «Святой ключ» (вблизи домов № 23, №24 по ул. Ракетной) со средней посещаемостью до 14 чел за 15 мин; родник №14 (напротив д.№ 80 по ул. О. Драгунова) с посещаемостью в будни до 6-14 чел за 15 мин и родник №5 (в створе 8-й ул. Малиновой горы) с посещаемостью до 4 чел за 15 минут.

В силу более высокого потенциального экологического риска для здоровья горожан данные родники наиболее нуждаются в статусе особо охраняемых территорий местного значения. Поэтому

подобную работу по определению статуса особо охраняемых территорий местного значения для родников как источников питьевого водоснабжения можно начать с этих родников.

2. На генплане города и других картографических материалах установить границы земель, занятых родниками.

3. При землепользовании, ведении градостроительной деятельности обеспечить соблюдение режима особой охраны родников.

4. При пользовании земельными участками вводить в действующую правоустанавливающую документацию требование обеспечения соблюдения охраны родника, контроля его состояния и благоустройства территории родника.

5. Вместе с составлением паспорта родника оформлять окончательное заключение о возможности (или невозможности) и условиях использования родника как источника питьевого водоснабжения.

Соответствующие указания по употреблению родниковых вод оформить в виде табличек и поместить на водосливные стенки родников.

Для повышения эффективности нормативно-правовой документации, разработанной органами местного самоуправления г. Ижевска, рекомендовано внести в нее следующие поправки:

– в п. 33.21 «Сводного реестра функций органов местного самоуправления муниципального образования «город Ижевск»» внести дополнение об обязательном ежегодном представлении данных по результатам выполнения обследования состояния каптажей родников, органами, в чьи функции входит подобная работа. Согласно этому документу, такими контролирующими функциями наделены: Управление имущественных отношений, Отдел водных ресурсов Камского БВУ по УР;

– внести уточнение в п. 4.4.11 «Правил благоустройства города Ижевска» относительно того, кто и каким образом будет осуществлять контроль состояния территории городских родников;

– внести уточнение в п. 10.2.1.8 «Правил благоустройства города Ижевска» в части того, каким образом будет контролироваться соблюдение указанных в данном пункте эколого-санитарных требований на территории индивидуальных домовладений;

– внести дополнительный пункт в «Правила благоустройства города Ижевска» касательно контроля состояния родников в пределах садово-огородных и дачных массивов.

3.5. Характеристика подземных вод

Общая характеристика водоносных горизонтов

Подземные воды на территории Ижевска и его окрестностей в настоящее время изучены еще недостаточно. Комплексные гидрогеологические исследования территории Ижевска и его окрестностей в радиусе 15 км от городской черты проводились в начале 1960-х годов [Гришина, 1964; Минаева, Урасина, 1962; Урасина, Минаева, 1962], затем были продолжены в начале 1970-х годов [Уланов, 1973]. В результате этих исследований была оценена водообильность различных водоносных горизонтов и установлена перспективность нижеустьинского и казанского водоносных горизонтов.

В 1977–1984 гг. Н.Л. Иванюшенко [Иванюшенко, 1986] подсчитаны эксплуатационные запасы подземных вод Волго-Камского артезианского бассейна по основным водоносным комплексам. Для Ижевска прогнозные ресурсы подземных вод составили 15,6 тыс. куб. м/сут. В 1991–1994 гг. ГГП «Волгагеология» и НИИ геологии Саратовского университета проведены поисковые работы с целью выделения перспективных участков подземных вод для водоснабжения г. Ижевска, исходя из оптимальной производительности каждого не менее 40 – 50 тыс. куб. м/сут (расход воды для хозяйственно-бытовых целей г. Ижевска на расчетный срок – 250 тыс. куб. м/сут) при дальности транспортировки воды 50 – 60 км [Жариков и др., 1989; Салтыков, Крылов, 1994; Бакланова, Михалева, 1992]. В результате полученных гидрогеологических данных удалось наметить много перспективных участков, имеющих небольшие размеры (1 – 2 кв. км), изолированных друг от друга, с коэффициентами водопроводимости более 50 кв. м/сут, где мощность песчаниковых отложений более 15 м. Для подтверждения возможности отбора на каждом из них 40 – 50 тыс. куб. м/сут необходима дальнейшая экспериментальная проверка [Елькин, Рысин, 1998].

Территория г. Ижевска и его окрестностей в геолого-структурном отношении приурочена к платформенной области. Это определяет формирование здесь гидрогеологических условий,

характерных для артезианских бассейнов, т.е. преимущественное развитие на значительных площадях порово-трещинно-пластовых коллекторов подземных вод, разделенных водоупорами.

В соответствии с принятой схемой гидрогеологического районирования, район г. Ижевска расположен в центральной части Камско-Вятского артезианского бассейна.

В толще осадочных пород здесь выделяют три гидродинамические зоны: активного водообмена, затрудненного и замедленного (застойного) водообмена. Характерной особенностью бассейна является наличие гипсовангидритовой толщи нижней перми, разделяющей обводненную толщу осадочных пород на резко различные гидродинамические системы [Гидрогеология, 1970].

Верхняя зона – зона пресных вод (или активного водообмена) имеет мощность около 100 – 150 м. Воды этой зоны выше уровня речных долин в условиях свободного водообмена и стока находятся в зависимости от гидрометеорологических условий, геоморфологического строения и геолого-литологических особенностей территории. Водовмещающие породы представлены в основном терригенно-карбонатными образованиями верхнепермского возраста. Питание подземных вод верхнепермских отложений происходит преимущественно за счет атмосферных осадков в местах выхода этих пород на поверхность, а также за счет перетекания вод из песчаных четвертичных отложений и за счет вод более глубоких комплексов. Общий сток подземных вод направлен на северо-запад в сторону общего погружения верхнепермской толщи. Для водоносных комплексов, залегающих выше уровня речных долин, последние являются областью разгрузки.

В верхней части гидрогеологического разреза (где локализованы пресные подземные воды), выделены (сверху-вниз) следующие подразделения (стратоны):

- ✓ водоносный (слабоводоносный) верхнечетвертичный - современный аллювиальный горизонт;
- ✓ Слабоводоносный средне-верхнечетвертичный делювиально-солифлюкционный горизонт;
- ✓ проницаемая (слабопроницаемая) локально-водоносная (слабоводоносная) верхнеуржумская терригенно-карбонатная свита;
- ✓ водоносная (слабоводоносная) нижнеуржумская терригенно-карбонатная свита;
- ✓ водоносная (слабоводоносная) верхнеказанская карбонатно-терригенная свита.

Водоносный (слабоводоносный) верхнечетвертичный-современный аллювиальный горизонт распространен, главным образом, в долинах рек Иж, Позимь и их наиболее крупных притоков. Слагается песками разнотекстурными (с гравием и галькой коренных пород), содержащими прослойки суглинков и глин. Общая мощность от 5 до 20 м. Мощность водопроницающей части – не более 25 - 30% (до 50%) от общей мощности.

Горизонт получает питание за счет инфильтрации атмосферных осадков и, в паводковые периоды, за счет речных вод. Подземные воды безнапорные (местный подпор – на локальных участках, где водоносная часть разреза перекрыта глинистым материалом). Уровни устанавливаются на глубинах 0.5-3.0 м. Разгрузка - в водотоки, а также - посредством перетоков в ниже залегающую нижнеуржумскую терригенно-карбонатную свиту. Водообильность горизонта довольно низкая. По имеющимся данным, дебиты скважин не превышают 0.05-0.15 л/с при значительных понижениях.

Химический состав подземных вод аллювиального горизонта, примерно такой же, как и речных вод. В естественных условиях (не осложненных техногенными воздействиями) - это гидрокарбонатные кальциевые воды с минерализацией 0,2 – 0,4 г/ куб. дм, жесткостью около 5 мг-экв/л и около нейтральной (рН = 5,7 – 6,2) реакцией.

При попадании на рельеф, в реки и ручьи промышленных и бытовых стоков (что характерно для территории города) химический состав подземных вод существенно меняется (воды становятся загрязненными и не пригодными для питьевых нужд).

Слабоводоносный средне-верхнечетвертичный делювиально-солифлюкционный горизонт приурочен к склонам долин рек Иж, Позимь, Карлутка, Подборенка, Малиновка, Старковка, а также к делювиально-солифлюкционным и делювиально-пролювиальным отложениям склонов долин, балок и оврагов. Водовмещающими породами служат пески мелко- и среднетекстурные, суглинки и глины, содержащие включения гальки, гравия уральских и местных пород. Горизонт безнапорный, не выдержан по мощности (0,5 – 12,0 м), со свободной поверхностью. Глубина залегания уровня колеблется от 1,0 до 10,7 м. Питание вод горизонта за счет атмосферных осадков. По химическому составу преобладают хлоридно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые воды с минерализацией 0,2 – 0,6 г/куб. дм.

К четвертичному водоносному комплексу относятся также многочисленные локально распространенные участки *верховодки*, образующиеся во влажные периоды года на контакте маломощных четвертичных отложений с коренными верхнепермскими.

Локально-водоносная (слабоводоносная) верхнеуржумская свита, распространена в междуречьях Пироговка-Иж и Иж-Позимь.

Водопроводящими являются пласты трещиноватых мергелей, известняков и песчаников, а также песчаниково-конгломератовые пласты, разделенные глинистыми слоями. Мощность водоносных пластов составляет, в основном, 3 - 5 м (редко – до 10 м).

Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. При этом, вследствие приуроченности к водораздельным пространствам, относительно интенсивной расчлененности рельефа и охарактеризованных особенностей внутреннего строения, верхнеуржумская свита на большей части площади своего распространения оказывается дренированной. Подземные воды, стекающие по проводящим пластам, разгружаются в овражно-балочную сеть. В вершинах оврагов отмечены низкодебитные (0,01-0,5 л/с) родники. Кроме того, подземные воды из верхнеуржумской водоносной свиты перетекают в низезалегающую нижеуржумскую терригенно-карбонатную свиту.

По химическому составу воды верхнеуржумской водоносной свиты гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,15-0,20 г/куб. дм (редко – до 0,4 г/куб. дм), общей жесткостью около 5 мг-экв/л и около нейтральной реакцией среды.

Водоносная (слабоводоносная) нижеуржумская свита распространена повсеместно. Это основная водоносная свита, развитая на территории города и ближайших пригородов. На большей части площади залегает первой от поверхности. Перекрыта только на отдельных водоразделах (на абсолютных отметках более 140-180 м) породами верхнеуржумской свиты и в припойменных частях долин рек Иж и Позимь - аллювиального водоносного горизонта.

Водовмещающими являются песчаники (на известковом цементе) и алевролиты трещиноватые, распространенные в виде линз и невыдержанных слоев (мощность от 2 до 20 м) в средней-нижней частях разреза.

Кровля нижеуржумской водоносной свиты залегает на абсолютных отметках от 90 м до 145-150 м (иногда – до 180 м). При этом уровни подземных вод устанавливаются, соответственно, на глубинах от 8 до 90 м и более, что примерно соответствует положению в рельефе водотоков, дренирующих нижеуржумскую свиту.

Подземные воды получают питание за счет атмосферных осадков, инфильтрующихся или непосредственно в нижеуржумскую свиту, или сквозь верхнеуржумскую свиту и аллювиальный водоносный горизонт (в присклоновых частях пойм). Кроме того, в питании участвуют поверхностные воды, просачивающиеся в водоносные пласты в верховьях ручьев, а также – родниковый сток, разгружающийся в овражно-балочную сеть.

Внутри нижеуржумской водоносной свиты подземные воды перетекают сверху-вниз по разрезу и, при этом, частично разгружаются (на относительно высоких уровнях дренирования) в ручьи (родники).

Основными дренами являются реки Иж и Позимь, а также Ижевский пруд.

Особенности внутреннего строения (невыдержанность мощности и степени трещиноватости проводящих слоев) определяют изменчивость фильтрационных свойств рассматриваемой водоносной свиты. Это подтверждается существенными различиями дебитов родников (от 0,05 до 3 - 5 л/с) и, что наиболее показательно для дебитов (от 0,02 до 5 - 6 л/с), и удельных дебитов (от 0,01 - 0,03 до 0,4 - 1,0 л/с) скважин.

Химический состав подземных вод нижеуржумской водоносной свиты в естественных условиях гидрокарбонатный магниевый-кальциевый. Минерализация 0,3 - 0,5 г/куб. дм, общая жесткость 3,5 – 5,5 мг-экв/л; рН около 7.

Под воздействием техногенных и антропогенных факторов (промышленные и бытовые стоки) состав вод меняется: увеличиваются общие минерализация и жесткость, содержания нитратов часто превышают ПДК.

Водоносная верхнеказанская свита распространена повсеместно и перекрыта водоносными свитами, сформированными в уржумских отложениях. Отделена от смежной с ней (по разрезу) нижеуржумской водоносной свиты глинистым водоупором.

Водовмещающие пласты, залегающие среди глин, преобладающих в разрезе верхнеказанской свиты, сформированы песчаниками, алевролитами, мергелями и (довольно редко) известняками

(иногда загипсованными) трещиноватыми. Мощность отдельных водоносных пластов, в основном, не превышает 2 - 5 м и иногда достигает 20 м. Суммарная мощность – до 30 – 35 м.

Наличие перекрывающего водоупора определяет напорный характер подземных вод. При этом величины напоров составляют от 10 - 15 м до 60 - 90 м. Таким образом, питание подземных вод осуществляется, главным образом, за счет перетоков из перекрывающих водоносных пластов, происходит, в основном, в пределах водораздельных пространств, на участках, где уровни вод нижеуржумской свиты выше, нежели уровни вод верхнеказанской свиты.

Подземные воды водоносной верхнеказанской свиты стекают к региональным базисам дренирования (нижнее течение р. Иж; р. Кама), где и разгружаются. Кроме того, фрагментарная разгрузка происходит и на более высоких уровнях (долины рек Иж, Позимь) в перекрывающую нижеуржумскую водоносную свиту на участках, где разделяющий водоупор нарушен или отсутствует.

Фильтрационные свойства водоносной свиты вследствие изменчивости мощности, литологии и степени трещиноватости водопроводящих пластов, не выдержаны. Дебиты скважин варьируют от 0,2 до 3 - 5 л/с, удельные дебиты от 0,05 – 0,1 до 0,4 – 0,6 л/с.

В верхней части разреза подземные воды сульфатно-гидрокарбонатные натриевые с минерализацией около 0,7 г/ куб. дм, общей жесткостью 1,5 – 2,5 мг-экв/л, pH = 8 - 9, содержаниями Na 170 - 220 мг/л, иногда с повышенными (относительно ПДК) содержаниями бора (до 1,5 – 4,0 мг/л) и фтора (до 1,8 – 2,5 мг/л). С глубиной геохимический тип вод меняется. В анионном составе преобладающим становится сульфат-ион. Увеличиваются концентрации натрия (до 300 мг/л и более). Вследствие этого общая минерализация возрастает до 1,6 – 1,9 г/л, pH увеличивается до 9,2 – 9,6 (это так называемые лечебно-столовые минеральные воды Ижевского типа).

Состояние и использование подземных вод

Для характеристики состояния подземных вод, используются данные регулярных наблюдений по наблюдательным пунктам. По своим задачам и источникам финансирования сети наблюдений подразделяются на государственные, территориальные и локальные (объектные).

На территории г. Ижевска наблюдательная сеть представлена только федеральным и локальными уровнями.

Государственная опорная наблюдательная сеть, финансируемая за счет бюджета Российской Федерации, состоит из 3-х скважин. Основной задачей является - прогнозирование изменения уровня подземных вод.

Локальная (объектная) наблюдательная сеть, создана на территории 6 промышленных объектов (золоотвалы, шламонакопители, территории предприятий), являющихся очагами загрязнения подземных вод, для получения информации об изменении состояния геологической среды под их воздействием.

Общее количество наблюдательных пунктов входящих в состав локальной сети составляет 56 скважин.

Прогнозные эксплуатационные ресурсы (количество подземных вод определенного качества и целевого назначения, которое может быть получено в пределах гидрогеологического региона, бассейнов рек или административного района и отражают потенциальные возможности использования вод) подземных вод по Удмуртии в целом и по г. Ижевску в частности оценены по материалам региональной оценки эксплуатационных запасов, выполненных в 1986 г. В 1997 году в рамках работы “Оценка обеспеченности населения Удмуртской Республики ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения” эти данные были откорректированы.

Ресурсный потенциал пресных подземных вод с величиной минерализации до 1,0 г/дм³ по г. Ижевску составляют 21,0 тыс. м³/сут. Обеспеченность ресурсами подземных вод на 1 жителя г. Ижевска составляет всего лишь 0,03 м³/сут (для сравнения, средняя обеспеченность по республике достигает 1,7 м³/сут).

Модуль эксплуатационных запасов для уржумских отложений – 1,0 л/сек км², для казанских – 0,4 л/сек км² (северная, западная и северо- восточная части города), 1,0 л/сек км² (южная часть, пойма р. Иж).

По состоянию на 01.01.2017 г. на территории г. Ижевска насчитывается 59 месторождений подземных вод с подсчитанными запасами. Утвержденные запасы по ним составляют 9,933 тыс. м³/сут (из них 0,16 тыс. м³/сут по категории А; 4,038 тыс. м³/сут по категории В; 5,735 тыс. м³/сут по категории С₁). Степень разведанности прогнозных ресурсов (отношение подсчитанных запасов к прогнозным ресурсам) составляет 47 % (в среднем по субъекту – 9 %).

В 2016 году общий отбор подземных вод в г. Ижевске составил 6,299 тыс. м³/сут (в том числе на разведанных месторождениях – 2,306 тыс. м³/сут.) из них 1,963 тыс. м³/сут - использовались для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения, 4,336 тыс. м³/сут – производственно-технического. Степень освоения запасов (отношение отбора на месторождениях к их запасам) – 23% (в среднем по региону – 21).

На территории г. Ижевска насчитывается 226 водозаборов, принадлежащих 136 недропользователям. Общее количество действующих эксплуатационных скважин – 244.

Ведущими факторами техногенного воздействия на геологическую среду в городе являются деятельность промышленных предприятий, сельскохозяйственное производство, отходы производства и потребления, водохозяйственная деятельность, застройка территории (в т.ч. зон санитарной охраны).

На 01.01.2017 г. на территории Ижевска зарегистрировано 15 очагов загрязнения подземных вод, из них 12 очагов – на водозаборах хозяйственно-бытового и производственно-технического водоснабжения, 3 очага – на участках загрязнения.

Важным показателем химического состава подземных вод является содержание в них микроэлементов. Недостаток или избыток в почвах или питьевых водах отдельных микроэлементов может вызвать различные эндемические заболевания. Сведения о микроэлементном составе подземных вод города (за исключением фтора) сравнительно скупы, хотя отдельные работы по их содержанию имеются в литературе [Исаев, Рязанов, 1978, Исаев и др., 1988, 1991, 2004]. Однако эти сведения носили выборочный характер и многие из них за давностью лет уже устарели. Имеющиеся данные [Исаев и др., 2004] свидетельствуют о том, что концентрация абсолютного большинства исследованных микроэлементов в подземных пресных водах города находятся на низком уровне. Только отдельные пласты гидрокарбонатных натриевых (содовых) вод являются исключением из общего правила. Для них характерно высокое содержание бора, фтора, молибдена.

Скважины с этими водами находятся на окраинах города и на территории отдельных населенных пунктов и в их окрестностях. Уровень отдельных микроэлементов в них определяется в следующих концентрациях (в мг/л):

по бору – поселок Воложка (9,01), СХВ (6,11), д. Кабаниха (3,69), подсобное хозяйство «Медведево» (2,05), ЦТК «Пазелы» (2,01) и др.;

по фтору – СХВ (5,95), коттеджный поселок «Сосновый бор» (5,86), пос. Воложка (4,45), ТЭЦ-1 (4,34), садово-огородный массив «Октябрь» (2,96), ЦТК «Пазелы» (1,92), детский оздоровительный лагерь «Волна» (1,7), улица Свободы (1,6) и др.;

по молибдену – СХВ (0,92), микрорайон «Ракетный» (0,6) и другие (Исаев и др., 2004).

Загрязнение на водозаборах. Загрязненные водозаборы расположены: на окраине города, в условиях малоэтажной застройки, часто с отсутствием центральной канализации (с. Люлли, свх. Металлург, и др.), на территории производственных предприятий («Аксион», «Купол», «Ижнефтемаш»), а также на территории дачных некоммерческих товариществ.

Основными загрязняющими компонентами на водозаборах являются нитраты, загрязнение достигает 3,44 ПДК (при норме 45,0 мг/л).

Загрязнения на участках. Загрязнение выявлено по наблюдательным скважинам локальной наблюдательной сети. Участки загрязнения расположены на территории завода и шламонакопителя ОАО «Ижсталь», на территории золошлакоотвала ТЭЦ 2.

Основными загрязняющими компонентами являются: железо (загрязнение до 2,7 ПДК), общая жесткость (загрязнение до 1,3 ПДК), сухой остаток (до 1 ПДК).

Учитывая сложную экономическую ситуацию в стране и республике, рассчитывать на быстрое решение проблемы централизованного водоснабжения г. Ижевска за счет подземных вод не приходится. Поэтому вполне логичным и приемлемым для столицы может служить опыт других городов Уральского региона по сооружению небольших по дебиту (порядка 100 куб. м/сут) автономных водозаборов коллективного пользования (с устройством водозаборных колонок). Так как непосредственно для питья и приготовления пищи требуется всего 2,5 – 3 л воды в день на человека, то для этих целей в масштабе города необходимо всего 1,5 – 2 тыс. куб. м/сут. [Елькин, Рысин, 1998]. Фактически же эта цифра будет еще ниже, так как значительная часть горожан пользуется родниками, а жители многих частных домов – скважинами в своем хозяйстве. Такая потребность может быть обеспечена за счет местных ресурсов подземных вод. В микрорайоне «Ракетный», в пойме р. Пироговка ниже ул. Учхозная (рис. 3.5.1), в пойме р. Позимь (пос. Кабаниха) и ряде других мест уже имеются скважины подобного типа. Они расположены в экологически благоприятном месте, вода в них выгодно отличается своими вкусовыми качествами и меньше подвержена

возможности загрязнения, чем родниковые и поверхностные воды. Поэтому на эти скважины приезжают жители и других близлежащих районов города. Хотелось бы, чтобы такие скважины появились и в других микрорайонах столицы. У горожан же появится возможность выбрать источник ближе к дому, с наиболее благоприятными для организма свойствами. Покупать же бутилированную воду по ценам, превышающим их себестоимость во много раз, для большинства городского населения, имеющей сравнительно низкие доходы, является непозволительной роскошью.



Рис. 3.5.1. Артезианская скважина в пойме р. Пироговка ниже ул. Учхозная

Минеральные подземные воды

К минеральным водам относятся такие природные воды, которые оказывают на человека лечебное действие, обусловленное повышенным содержанием биологически активных компонентов, их ионным и газовым, либо общим ионно-солевым составом.

В черте города расположено Ижевское месторождение минеральных подземных вод. Месторождение состоит из 6-ти участков, которые принадлежат разным недропользователям: ОАО санаторий «Металлург», дом отдыха «Машиностроитель», профилакторий «Строитель», профилакторий «Ижсталь», профилакторий мотозавода, а также ЗАО «Серебряные ключи». В настоящее время не производится отбор воды на трех участках Ижевского месторождения: д/о «Машиностроитель», профилакторий мотозавода и профилакторий «Ижсталь».

В геологическом строении месторождения принимают участие отложения верхнего палеозоя (карбона и перми). Каменноугольные и нижнепермские отложения представлены карбонатными образованиями, а верхнепермские – терригенными. Прослой сульфатных пород (гипсы и ангидриты) распространены практически по всему разрезу каменноугольных и пермских отложений, характеризуются выдержанностью по мощности и литологии на обширной площади. Терригенные же отложения отличаются резкой фациальной изменчивостью.

Для подземных вод верхнепермских отложений характерна невысокая минерализация, которая имеет тенденцию увеличения с глубиной – от 0,5 – 0,9 г/куб. дм в верхних водоносных горизонтах (отложения уржумского яруса) до 25 – 30 г/куб. дм в нижних горизонтах (отложения уфимского яруса).

Воды в нижнепермских и каменноугольных отложениях высоконапорные и высокоминерализованные. Региональным водоупором, разделяющим водоносные комплексы

нижнепермских и каменноугольных отложений от верхнепермских, является нижнепермская сульфатно-карбонатная толща мощностью до 215 м.

По мере увеличения минерализации изменяется качественный состав вод от сульфатно-гидрокарбонатного до хлоридного натриевого. Рассолы хлоридно-натриевого состава вскрываются, начиная с нижнепермских отложений. В каменноугольных и девонских отложениях минерализация их увеличивается от 100 до 300 г/куб. дм. Содержание брома в водах этих отложений составляет 400 – 700 г/куб. дм. Содержание сероводорода достигает 250 г/куб. дм (за исключением комплекса девонских отложений).

Мало- и среднеминерализованные (3 – 9 г/куб. дм) сульфатно-хлоридные натриевые лечебные питьевые борные воды и высокоминерализованные (9 – 15 г/куб. дм) сульфатно-хлоридные натриевые лечебные воды с повышенным содержанием брома распространены в едином водоносном комплексе казанских отложений. Кровля этого комплекса в пределах Ижевского месторождения залегает на глубине порядка 100 м. Верхним водоупором является толща преимущественно глинистых уржумских отложений. Нижним водоупором служат уфимские отложения, представленные чередующимися прослоями песчаников, алевролитов и аргиллитов. Водоносный комплекс казанских отложений имеет региональное распространение. Мощность отложений составляет около 230 м. Отдельные водоносные горизонты комплекса, приуроченные к прослоям песчаников, не выдержаны по площади. Водоносный комплекс характеризуется высокой водообильностью. Дебиты скважин составляют 0,3 – 1,8 л/сек при понижениях 6 – 42 м. Область питания водоносных горизонтов находится на удалении 20 – 30 км от месторождения, в местах выхода казанских отложений на поверхность [Елькин, Рысин, 1998].

Мало- и среднеминерализованные сульфатно-хлоридные натриевые борные воды со слабощелочной реакцией среды являются аналогом Чартаковского и Каспийского типов вод, отличаясь от них повышенным содержанием бора. В настоящее время добываются скважинами санатория «Металлург», санатория-профилактория «Строитель», ранее добывались д/о «Машиностроитель».

Высокоминерализованные сульфатно-хлоридные натриевые борные воды с высоким содержанием брома являются аналогом воды «Нижеиневкинская №1», отличаясь лишь повышенным содержанием бора и брома. Лечебная минеральная вода этого горизонта разливается в бутылки под названием «Ново-Ижевская». Разведение в определенных пропорциях пресной воды из артезианских скважин воды Ново-Ижевского источника позволило Ижевскому заводу минерально-фруктовых вод (ЗАО «Серебряные ключи») наладить выпуск таких минеральных вод, как «Тазалык», «Тазалык-1», типа «Ессентуки», «Боржом». Воды последних двух видов сохраняют все вкусовые качества, химический состав, лечебные свойства знаменитых кавказских вод, которые используются для лечения органов пищеварения. Предприятие выпускает также столовую и лечебно-столовую минеральную воду «Ошмес», «Серебряное озеро» и «Тазалык». Вода описываемого типа добывается и используется в лечебных целях и в санатории «Металлург».

Крепкие рассольные хлоридные натриевые, сероводородные борные воды с повышенным содержанием брома добываются для бальнеологического применения скважинами санатория «Металлург», санатория-профилактория «Строитель».

Прогнозные эксплуатационные ресурсы минеральных подземных вод на территории города не оценивались. Разведка месторождений минеральных вод и утверждение запасов проводится непосредственно по заявкам предприятий.

По состоянию на 01.01.2017 г. на территории г. Ижевска насчитывается 6 месторождений подземных вод с подсчитанными запасами. Утвержденные запасы по ним составляют 0,934 тыс. м³/сут (из них 0,847 тыс. м³/сут по категории А; 0,087 тыс. м³/сут по категории В).

В 2016 году общий отбор минеральных вод составил 10,4 м³/сут, из них 9,4 м³/сут - использовались для лечебно-питьевых целей, 1,0 – для розлива. Степень освоения запасов составляет всего лишь 1%.

4. Землепользование и состояние депонирующих сред

4.1 Современное состояние почвенного покрова г. Ижевска

Формирование современного почвенного покрова г. Ижевска включает две фазы: естественную и антропогенную. Естественное почвообразование шло в современной подзолистой фазе и доминировало до момента формирования города, антропогенная фаза значительно более короткая, однако протекающая более интенсивно, началась в период интенсивного развития Ижевска. В пределах города приоритеты смещены в сторону разрушения исходных почв и в целом деградации почвенного покрова. Естественные процессы почвообразования значительно видоизменились человеком, поэтому в ряде случаев можно говорить о полном исчезновении естественных почв. Тем не менее, почвенная карта Ижевска представляет собой сочетание естественных и антропогенных почв (рис.4.1.1).

В силу расположения города на контакте южной тайги и хвойно-широколиственных лесов, зональный почвенный покров в естественных условиях формировался при сочетании двух почвообразовательных процессов: подзолистого и дернового. Сочетание данных процессов обусловило преимущественное формирование дерново-подзолистых почв. В целом почвенный покров г. Ижевска представлен почвами 8 типов: подзолистыми, дерново-карбонатными, серыми лесными, дерново-глеевыми, пойменными, болотными, делювиальными и слабо развитыми почвами крутых склонов [Почвенный отчет, 1982].

Преобладающим в г. Ижевске является подзолистый тип почв, а именно **дерново-подзолистый подтип почв (P^0)**. По гранулометрическому составу дерново-подзолистые почвы города являются в большинстве супесчаными и легкосуглинистыми. Фракция физического песка в среднем составляет около 75 % с преобладанием мелкого песка (диаметр частиц от 0,25 до 0,05 мм).

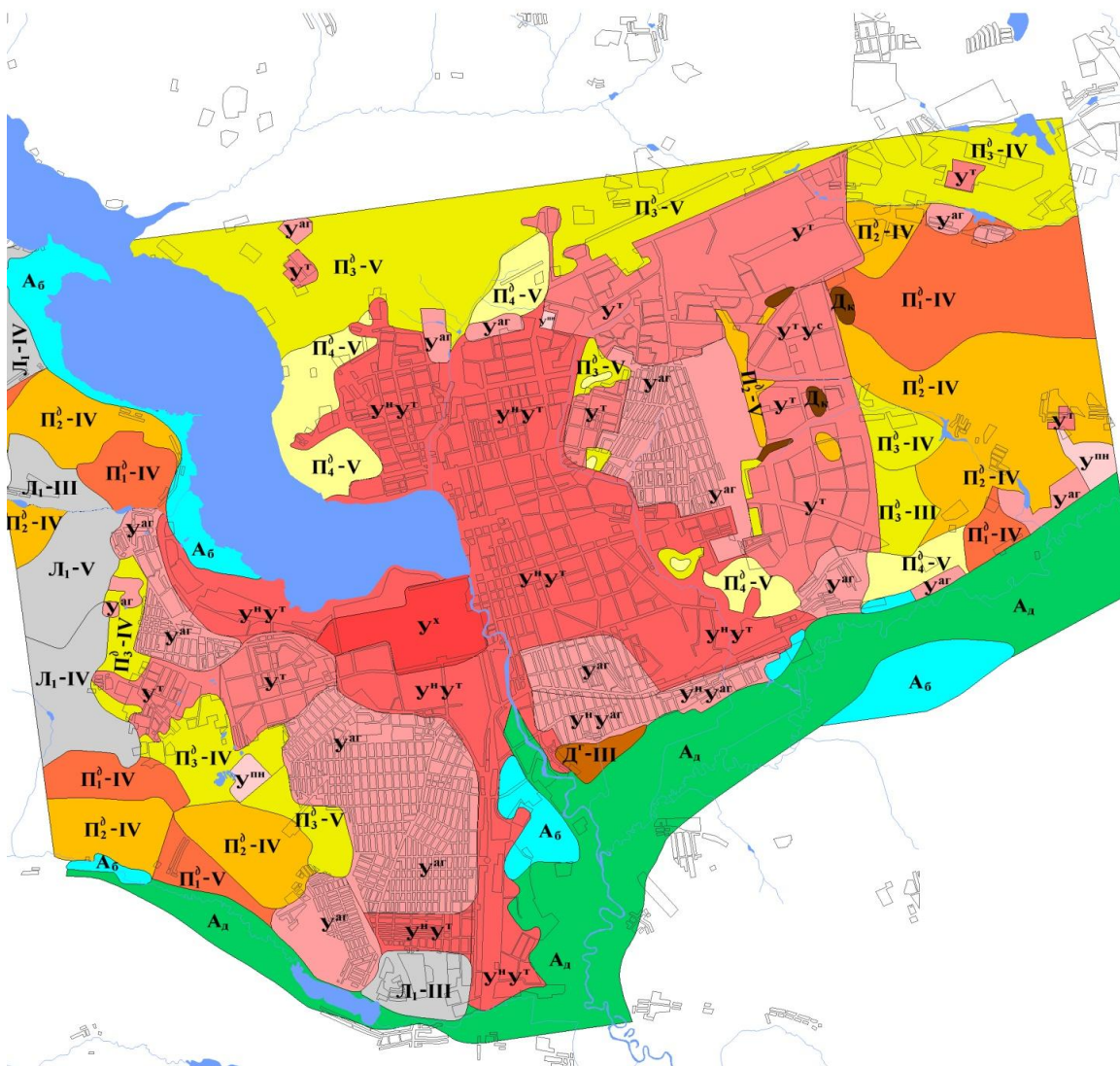
Дерново-подзолистые почвы в пределах г. Ижевска представлены всеми четырьмя видами: дерново-слабоподзолистые, дерново-среднеподзолистые, дерново-сильноподзолистые, дерново-глубокоподзолистые. Почвенный профиль данных почв четко дифференцируется на следующие горизонты: A_0 - горизонт лесной подстилки, A_1 - гумусово-аккумулятивный горизонт, A_2 - подзолистый (элювиальный, горизонт вымывания), В - иллювиальный горизонт или горизонт вымывания. Общая мощность профиля дерново-подзолистых почв города по нижней границе иллювиальных горизонтов колеблется от 120 до 170 см.

Горизонт лесной подстилки можно выделить в пределах естественных лесов и лесонасаждений города, однако, он представлен фрагментарно. Характеризуется как маломощный, в основном 1 - 2 см, в ряде случаев до 4 см. Гумусово-аккумулятивный горизонт этих почв в пределах Ижевска имеет мощность 17 - 25 см, которая обратно пропорциональна степени оподзоленности. Мощность подзолистого горизонта для данного подтипа почв при превалировании подзолистого почвообразовательного процесса может достигать 72 см.

Свойства дерново-подзолистых почв определяются соотношением дернового и подзолистого процессов, а они, в свою очередь, зависят от состава растительности. Однако основное влияние на свойства дерново-подзолистых почв оказывают почвообразующие породы, а именно их гранулометрический состав. По этому признаку они делятся на легкие, сформировавшиеся на оловых песках и супесях, и тяжелые, сформировавшиеся на покровных суглинках и глинах.

В качестве почвообразующих пород под дерново-подзолистыми почвами г. Ижевска выступают бескарбонатные пески и супеси, легкие и средние суглинки, значительно реже более тяжелые породы.

Распространены данные почвы повсеместно на различных элементах рельефа с общим преобладанием дерново-сильноподзолистых почв (Рис. 4.1.2). Дерново-сильноподзолистые почвы легкого механического состава характеризуются очень низким плодородием вследствие бедности их минералогического и химического состава. В механическом составе (A_p) преобладают песчаные фракции, содержание частиц физической глины обычно в пределах 10-20%. Очень мало илистых частиц, наибольшее их содержание наблюдается в иллювиальном горизонте. Такое распределение илистой фракции по профилю объясняется выщелачиванием ила из верхних горизонтов в нижние, что является одним из показателей развития подзолистого процесса. По химическим свойствам они характеризуются (A_p) кислой реакцией среды ($pH_{сол}$), средней гидролитической кислотностью (H), низкой суммой поглощенных оснований (S), средней степенью насыщенности основаниями (V), малогумусностью, повышенным содержанием подвижного фосфора и низким – обменного калия.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

П ₄ ⁰	Дерново-глубокоподзолистые	А _а	Аллювиальные дерновые	I - глинистые
П ₃ ⁰	Дерново-сильноподзолистые	А _б	Аллювиальные болотные	II - тяжелосуглинистые
П ₂ ⁰	Дерново-среднеподзолистые	У ^х	Антропогенные, хемоземы	III - среднесуглинистые
П ₁ ⁰	Дерново-слабоподзолистые	У ^н	Антропогенные, насыпные	IV - легкосуглинистые
Л ₁	Светло-серые лесные	У ^т (У ^с)	Антропогенные, турбированные (скальпированные)	V - супесчаные
Д _к	Дерново-карбонатные	У ^{ар}	Антропогенные, агрогенные	VI - связно-песчаные
Д'	Дерново-глеевые	У ^{нн}	Антропогенные, комплекс почв некроземов	

Рис. 4.1.1. Почвенная карта города Ижевска (карту составил И.И. Рысин, оцифровал В.М. Габдуллин)

Суглинистые разновидности дерново-сильноподзолистых почв отличаются лишь некоторым повышением гумуса в верхнем горизонте и незначительным увеличением частиц физической глины.

Дерново-среднеподзолистые почвы, сформировавшиеся на покровных суглинках и глинах и при интенсивном хозяйственном использовании, характеризуются весьма различными агрохимическими свойствами. Реакция почвенной среды может варьироваться от сильнокислой до нейтральной (при известковании), в широких пределах изменяется и гидролитическая кислотность (1,7 – 4,5 мг-экв/100 г почвы). Сумма поглощенных оснований чаще средняя (15 – 20 мг-экв/100 г почвы), степень насыщенности основаниями изменяется от средней до высокой (75 – 90%). Содержание гумуса у слабосмытых разновидностей составляет 1,8 – 2,3%, у среднесмытых снижается до 1,3 – 1,5%. По содержанию подвижного фосфора наблюдается существенная пестрота (4 – 17 мг-экв/100 г почвы), обменного калия обычно мало (3 – 8 мг-экв/100 г почвы).

Необходимо отметить распространение наиболее отдаленных в данном подтипе почв - дерново-слабоподзолистых (с преобладанием дернового процесса) и дерново-глубокоподзолистых (с преобладанием подзолистого процесса). Дерново-слабоподзолистые почвы наиболее распространены между районом Автозавода и Восточным поселком (на границе с дерново-карбонатными почвами). Дерново-глубокоподзолистые почвы (рис. 4.1.3) характерны для районов расположения старых лесных массивов с преобладанием хвойных пород: парк культуры и отдыха им. С.М. Кирова, лесного массива близ санатория «Металлург», вдоль ул. Камбарской и Завьловского тракта до торгового центра «Лента» и других.

Дерново-слабоподзолистые почвы (рис. 4.1.4) отличаются от вышеописанных отсутствием сплошного подзолистого горизонта (глинистые и суглинистые разновидности) или наличием узкой белесой полоски кремнезема на легких почвах. Гумусовые горизонты слабо смытых и незэродированных разновидностей этих почв обычно имеют слабокислую или близкую к нейтральной реакцию ($pH_{\text{сол}}$ 5,2 – 6,4), низкую или среднюю гидролитическую кислотность (1,1 – 3,5 мг-экв/100 г почвы). Сумма поглощенных оснований чаще средняя и высокая (19 – 28 мг-экв/100 г почвы), степень насыщенности основаниями – высокая (85 – 95%). Эти почвы неплохо гумусированы (1,8 – 3%) и часто имеют повышенное и высокое содержание подвижного фосфора. Запасы обменного калия различны и зависят от степени окультуренности почв.

От дерново-подзолистых почв расположенных вне города их отличает заметный рост всех показателей кроме гидролитической кислотности - закономерно уменьшающейся с ростом pH .

Серые лесные почвы (Л) занимающие второе место по распространенности, сформировались на пониженных элементах рельефа при преобладающем дерновом почвообразовательном процессе, однако, следы оподзоленности для данного типа почв также характерны, что во многом приближает их к дерново-подзолистым. По гранулометрическому составу серые лесные почвы в большинстве легко- и среднесуглинистые.

Мощность гумусового горизонта серых лесных почв наиболее значительна из всех рассматриваемых, в среднем она составляет 30 см с колебаниями от 23 до 37 см, цвет данного горизонта значительно темнее, чем у аналогичного в дерново-подзолистых почвах. Наиболее распространены в пределах Ижевска светло-серые лесные почвы с признаками оподзоленности в профиле (рис. 4.1.5), типичные серые лесные почвы (рис. 4.1.6), как правило, расположены в непосредственной близости от первых и несколько ниже по рельефу.

Почвообразующими породами для серых лесных почв являются бескарбонатные породы тяжелого механического состава - средние и тяжелые суглинки. Распространение данных почв приурочено к долинам рек Пироговка, Пазелинка, Иж; выше дерново-глеевых почв по рельефу.

Светло-серые лесные супесчаные почвы в гранулометрическом составе (A_1 , A_p) обычно имеют от 12 до 20% частиц физической глины, преобладают фракции среднего и мелкого песка. В гранулометрическом составе суглинистых разновидностей содержание частиц физической глины возрастает до 30 – 40%, преобладающими становятся фракции мелкого песка и крупной пыли.

Серые лесные почвы обычно залегают по нижним частям склонов. В гранулометрическом составе легкосуглинистых разновидностей (A_1) содержится до 30% частиц физической глины, преобладают фракции мелкого песка и крупной пыли. В пахотном горизонте серых лесных тяжелосуглинистых почв содержание частиц физической глины возрастает до 40%, преобладающими становятся фракции крупной пыли и ила.

Серые лесные почвы хорошо гумусированы, содержание гумуса изменяется в пределах 3,2 – 4,8 %, иногда до 5,9 %. Обеспечены элементами питания (повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия (12 и 10 мг/100 г соответственно). Слабокислая или нейтральная реакция среды (pH в пределах 5,2 – 6,8) и высокая степень насыщенности основаниями характеризуют данные почвы как достаточно плодородные.



Рис. 4.1.2. Дерново-сильноподзолистая почва под хвойным лесом



Рис. 4.1.3. Дерново-глубокоподзолистая супесчаная почва

Темно-серые лесные почвы встречаются редко, небольшими ареалами отмечены на правом склоне долины р. Пироговка выше пруда. Они обычно залегают по нижним частям склонов и

характеризуются темно-серым или почти черным (во влажном состоянии) цветом гумусового горизонта, который постепенно переходит в иллювиальный (B1). Последний имеет буровато-серый цвет, ореховатую структуру с мощными гумусовыми затеками. В нижней части горизонта A1 или в верхней части нижележащего слоя B1, иногда может наблюдаться слабая кремнеземистая присыпка. В условиях близкого залегания грунтовых вод могут появиться признаки оглеения в виде сизовато-серых или ржавых пятен, примазок, прослоек. Среди серых лесных почв они характеризуются наиболее благоприятными агрохимическими свойствами.

Дерново-карбонатные почвы (Д_к) среди зональных почв имеют незначительную площадь распространения. Они сформировались на возвышенных элементах рельефа в местах выхода на дневную поверхность пермских карбонатных пород. Развитию типичного для нашей зоны подзолистого почвообразовательного процесса помешала карбонатность почвообразующих пород. Мощность профиля дерново-карбонатных почв города не велика и редко превышает 120 см. Цвет дернового горизонта красновато-коричневый или темно-коричневый. Гранулометрический состав в большинстве легко- и среднесуглинистый с преобладанием фракции мелкого песка.

Очень важным морфологическим признаком дерново-карбонатных почв является наличие на небольшой глубине карбонатов в виде вишнево-бурой глины с белыми прослоями известняков и мергелей. Известняковый щебень иногда в большом количестве встречается в пахотном горизонте дерново-карбонатных почв, выступая на поверхность в виде небольших белых камешков. На крутых склонах увалов, подверженных эрозии или на искусственных обнажениях, карбонатные породы выходят на поверхность, выделяясь белыми пятнами на коричневом фоне почв.

Дерново-карбонатные почвы города относятся чаще к сильно выщелоченным (вскипают от 10 % HCl на глубине более 100 см) и зачастую для их профиля характерны черты оподзоленности. Мощность гумусового горизонта - до 28 см. При наличии интенсивного поверхностного смыва, обусловленного расположением данных почв на повышениях или увалах, мощность профиля может значительно уменьшаться, в ряде случаев карбонатные породы могут располагаться на глубине до 20-25 см (рис. 4.1.7).

Сформировались данные почвы преимущественно на карбонатных тяжелых суглинках и глинах, в редких случаях на песках и супесях.

Распространены дерново-карбонатные почвы небольшими по площади участками в следующих районах: Автозавод, гора Колтома, Нефтемаш, склон увала южнее Завьяловского тракта, на крутом левом склоне долины р. Чемошур ниже пруда.

Агрохимические показатели дерново-карбонатных почв более высокие, чем у дерново-подзолистых. Нейтральная среда (рН - 6,6), средняя сумма поглощенных оснований (28 - 32 мг-экв/100 г П), высокая степень насыщенности основаниями (93 - 97%), среднее содержание гумуса (4,8 %); высокое и повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия (16,6 и 12,7 мг/100 г) соответственно.

Пойменные (аллювиальные) почвы (А_д) на территории Ижевска имеют довольно широкое распространение в связи с развитой гидрографической сетью. Данные почвы характеризуются полугидроморфным режимом и активным развитием дернового почвообразовательного процесса. В отличие от почв водоразделов пойменные почвы формируются под воздействием не только зональных факторов почвообразования, но и деятельности рек. Наиболее распространенными среди пойменных являются: дерновые аллювиальные зернистые (дерновые луговые) и дерновые аллювиальные слоистые почвы.

Дерновые аллювиальные слоистые почвы формируются в прирусловой части поймы, в условиях не ежегодного подтопления. Они имеют гумусовый горизонт мощностью 15 - 20 см. Ниже обычно залегают светлоокрашенные песчаные слои, чередующиеся с более темными суглинистыми. Слоистость мелкая, зебровидная, иногда встречаются погребенные гумусовые горизонты, нередко имеются признаки оглеения. Содержание гумуса редко превышает 2 - 2,5%. Реакция среды обычно близкая к нейтральной или нейтральная. Характеризуются низкой суммой поглощенных оснований, повышенным содержанием подвижного фосфора и низким - обменного калия.

Дерновые аллювиальные зернистые почвы формируются в центральной пойме, где условия почвообразования оказываются наиболее благоприятными. Слоистость их почти не выражена, поскольку они довольно однородны по гранулометрическому составу, где преобладают глинистые и тяжелосуглинистые фракции, обогащенные илстыми частицами. В этих почвах под хорошо развитой дерниной залегает мощный (иногда более 30-40 см) темно-серый с отлично выраженной зернистой структурой гумусовый горизонт. Ниже следует уплотненный серовато-бурый суглинок

зернисто-мелкокомковатой или ореховой структуры. Данные почвы отличаются высоким содержанием гумуса, иногда выше 6-7%, реакция среды изменяется от слабокислой до нейтральной. Встречаются на хорошо развитых поймах Ижа и Позими.



Рис. 4.1.4. Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая почва



Рис. 4.1.5. Светло-серая лесная сильнооподзоленная почва

Избыточное увлажнение нижней части профиля способствует развитию анаэробных процессов, образуются различные закисные и неокисленные соединения, что придает характерную для оглеенных горизонтов почв сизую окраску. По гранулометрическому составу это супесчаные, легко- и среднесуглинистые почвы.

Водно-физические свойства данных почв довольно благоприятные, однако расположение по рельефу способствует созданию застойного водного режима. Пойменные почвы богаты гумусом, в них высоки потенциальные запасы элементов питания, отмечается высокая емкость поглощения.

Дерново-глеевые почвы (Д^Г) в Ижевске встречаются по пониженным элементам рельефа, где отмечается длительное переувлажнение почв. Характеризуются мощным гумусовым горизонтом до 35 см и наличием оглеенного слоя сизого цвета, а также обилием ржавых пятен по ходам корней и трещинам в почве.

Сформировались данные почвы на глинистых тяжелых породах. Наибольшее распространение имеют в пойме р. Иж. Агрохимические показатели высокие, так же как и у пойменных почв.

В непосредственной близости от пойменных почв располагается и **болотный тип почв (А_б)**. Наиболее распространенными являются иловато-болотные (иловато-глеевые) и торфяно-болотные (торфяно-глеевые) почвы. Сформировались данные почвы в условиях обводнения грунтовыми, поверхностно-сточными и речными водами.

Иловато-болотные почвы характеризуются отсутствием ясной дифференциации профиля на генетические горизонты. Сверху залегает темно-серый, вязкий, мокрый горизонт с большим количеством полуразложившихся растительных остатков мощностью до 35-40 см. Вниз по профилю окраска постепенно переходит в сизо-серую с наличием ржавых и охристых пятен. Данные почвы богаты питательными элементами, но вследствие наличия в них закисных соединений, ядовитых для растений, они обладают низким плодородием.

Торфяно-болотные почвы состоят в основном из двух горизонтов: торфянистого слоя и залегающего непосредственно под ним минерального оглеенного. Торф темно-коричневого - черного цвета, как правило, с хорошо заметными остатками растений.

Избыточное увлажнение болотных почв не способствует высоким агрохимическим показателям. Почвы данного типа были выявлены в пределах пойм рек: Иж, Позимь и Пироговка.

Сильносмытые почвы распространены по покатым, сильнопокатым, крутым и обрывистым склонам балок, оврагов, берегам рек. Чаще всего эти почвы имеют небольшой по мощности гумусовый горизонт. Под ним залегают горизонты ореховатой структуры или же бесструктурные, по внешним признакам сходные с материнскими породами. Для данных почв характерно уменьшение количества гумуса и питательных веществ.

Дерновые делювиальные почвы отличаются мощным перегнойно-аккумулятивным горизонтом до 30 - 35 см, сформированным и растущим благодаря отложению почвенных частиц смытых с ближайших водосборных площадей, поэтому для профиля данных почв характерна слоистость. В большинстве случаев сверху имеется гумусовый горизонт А1 мощностью 5 - 10 см. В условиях близкого стояния грунтовых вод в нижней части профиля можно обнаружить следы оглеения. Химические свойства их могут быть весьма разнообразны. Зависят они от свойств принесенных с водосборной площади наносов. В качестве отличительных агрохимических особенностей необходимо отметить повышенное содержание гумуса и питательных веществ.

Рассмотренные нами естественные почвы города даже при сохранении исходного сложения по характеристикам горизонтов, особенно верхних, отличаются от своих вне городских аналогов. В первую очередь это обусловлено механическими воздействиями, геохимические изменения в настоящее время не отразились на морфологии городских почв, однако значительно изменили их агрохимические показатели. Для городских естественных почв характерно увеличение обменной и снижение гидролитической кислотности, рост суммы поглощенных оснований и степени насыщенности ими почвенно-поглощающего комплекса, увеличение содержания подвижного фосфора и органического углерода.

Основным направлением трансформации почв в результате роста и развития города является их деградация при строительстве, когда хронологически естественный почвенный покров замещается зданиями, строениями, дорожной сетью. Фактически не преобразованных почв на территории крупных городов нет, так как даже при сохранении естественного сложения на почвы огромное влияние оказывают аэрогенные выбросы [Классификация..., 2004].



Рис. 4.1.6. Серая лесная среднесуглинистая почва



Рис. 4.1.7. Дерново-карбонатная типичная почва

Антропогенно-преобразованные почвы в новой классификации почв России рассматриваются как определенный тип естественно-антропогенной эволюции почв, сопровождающийся генетически обусловленным изменением режимов, процессов, строения и свойств на всех стадиях преобразований. Степень антропогенных трансформаций весьма различна, затрагивает разные части

профиля и зависит как от интенсивности и длительности воздействий, так и от свойств исходных почв. Почвы, подвергшиеся разным по интенсивности антропогенным воздействиям, рассматриваются в единой системе с естественными почвами, в которую не входят искусственные почвы или грунты, которые обычно называют техногенными поверхностными образованиями [Классификация..., 2004].

Среди антропогенно-преобразованных почв наиболее широко распространены агрогенные почвы разных стадий трансформаций. Систему горизонтов этих почв в большинстве случаев определяет наличие нового поверхностного агрогенно-преобразованного горизонта, сформировавшегося при долговременных регулярных механических перемещениях почвенной массы и внесении различных органических и минеральных веществ.

Антропогенно-преобразованные почвы, профиль которых под влиянием целенаправленных антропогенных воздействий приобретает новую систему горизонтов, не имеющую аналогов среди естественных почв, группируются в особые «антропогенные» *отделы*. Такая перестройка профиля возможна в следующих случаях:

- В результате глубокой и длительной агрогенной гомогенизации верхней части профиля. При этом почва утрачивает признаки, позволяющие идентифицировать ее исходную типовую принадлежность. Агрогенно-преобразованный горизонт залегает на остатках срединного горизонта или на почвообразующей породе. Почвы в этом случае обозначаются как агрозёмы и торфозёмы.

- В результате естественной абразии (эрозия, дефляция) или механического срезания верхних горизонтов. На поверхность выходят либо срединные горизонты, либо сформированный из них агрогоризонт (агроабразионный). В первом случае почвы определяются как абразёмы, во втором – агроабразёмы.

- В результате целенаправленного или спровоцированного поступления на поверхность естественной почвы минерального (часто гумусированного) материала. В толще привнесённого материала мощностью более 40 см образуются стратозёмы.

- В результате длительного затопления, сочетающегося с частичными механическими нарушениями естественного профиля. Формируются аквазёмы, объединяющие почвы, используемые под культуру риса.

- В результате антропогенно-спровоцированной трансформации свойств почвенного профиля без его морфологической перестройки. Почвы приобретают качественно новые особенности состава и свойств и определяются как хеMODEГРАЗёмы [Классификация..., 2004].

Современное состояние почвенного покрова г. Ижевска характеризуется сохранением естественных почв лишь незначительными островками в море антропогенных (рис. 4.1.1). Первое место по распространённости в наиболее освоенной части города занимают антропогенные преобразованные почвы (антропоземы), причем большая доля приходится на класс глубоко преобразованных почв (урбаноземов). Техногенные почвоподобные образования (урбанотехноземы) распространены намного меньше, однако при улучшении экономической обстановки вероятен значительный рост их доли за счет формирования искусственного органического слоя на урбаноземах и соответственно трансформации последних в урбанотехноземы. Велика доля запечатанных под асфальтом почв (экраноземов). Хемоземы (сильно загрязнённые почвы) можно выделить в пределах промышленных зон, где наиболее распространены интруземы (почвы загрязнённые тяжелыми металлами). Наиболее высоким уровнем загрязнения отличается центральная промышленная зона ниже плотины Ижевского пруда [Рылова, Кузнецов, 2001].

Сотрудниками отдела экологии и природопользования ФГБНУ «Удмуртский НИИСХ» в 2010-2014 годах было проведено экспедиционное почвенное обследование с целью выявления воздействия промышленных предприятий и городского автотранспорта на содержание кадмия и свинца в почвах в 30 километровой зоне вокруг Ижевска [Леднев, 2017а]. Исследованиями было установлено, что в пригородной зоне г. Ижевска содержание валовых форм кадмия, хотя и не превышало предельно допустимых концентраций, но находилось на среднем и повышенном уровне. Наиболее высокая концентрация валовых форм кадмия приурочена к повышенным элементам рельефа с близким выходом на дневную поверхность карбонатных пород. Город Ижевск также способствовал повышению общего фона содержания кадмия, но его действие распространялось, в основном, на южное, западное и северо-западное направление, так как именно в этих частях города располагаются основные промышленные предприятия: ОАО «Ижсталь», ОАО «Ижевский мотозавод», ГУП «Ижевский электромеханический завод «Купол» и другие.

Содержание валовых форм свинца в пригородной зоне, в большинстве случаев, не превышало средний уровень (10 - 35 мг/кг) и определялось гранулометрическим составом и гумусированностью

почв, а также удалённостью от крупных населенных пунктов. Наибольшее содержание свинца содержалось в тяжелосуглинистых агрозёмах. Город Ижевск также способствовал повышению общего фона содержания свинца, но его действие распространялось, как и в случае с кадмием, в основном, на южное, западное и северо-западное направление. Особо выделяются две ключевые площадки в восточном направлении, где повышенное содержание свинца объясняется близостью к ТЭЦ-2, а на второй площадке – близостью к свинокомплексу «Восточный», на полях которого происходит утилизация свиного навоза.

Проведенные в 2014 году почвенно-экологические обследования показали, что верхние горизонты городских почв содержат повышенное количество органического вещества по сравнению с зональными дерново-подзолистыми почвами, что объясняется внесением торфа в процессе благоустройства зеленых зон города. Почвы, примыкающие к крупным автодорогам имеют нейтральную или даже слабощелочную реакцию, не характерную для естественных почв. Это связано с регулярным внесением соляно-песчаных смесей против гололедных явлений в зимнее время. Этим же объясняется повышенное содержание обменного калия в верхних горизонтах городских почв. Обследование выявило многочисленные участки, где содержание K_2O превышало 500 мг/кг почвы [Леднев, 2017б].

Таким образом, в процессе урбанизации на территории города Ижевска сформировался целый ряд антропогенных почв и техногенных поверхностных образований, имеющих специфические морфологические признаки и агрохимические свойства, резко отличающиеся от зональных дерново-подзолистых почв.

4.2. Особенности антропогенной трансформации почвенного покрова г. Ижевска

Рост и формирование городских агломераций сопровождается значительными перестройками окружающей среды. Почва в данных условиях сильно трансформируется как один из компонентов экосистемы, изменяются также и ее функции. Впервые понятие «городские почвы» ввел Бокхейм [Bockheim, 1974]. В современном представлении городские почвы определяются как почвы, имеющие созданный человеком поверхностный слой мощностью обычно более 50 см, полученный перемешиванием, насыпанием, погребением или загрязнением материалами урбаногенного происхождения. В более широком смысле, это любая почва, функционирующая в пределах города [Строганова и др., 1992, 1997б, 1998]. При этом некоторые городские почвы никоим образом не могут быть отнесены к классическому определению почвы, что является результатом комплексного антропогенного воздействия связанного с изменением физических, химических и биологических характеристик системы. Это, в свою очередь, не может не отразиться на функционировании других компонентов экосистемы.

Непреобразованных почв на территории крупных городов фактически нет, так как даже при сохранении естественного сложения на почвы огромное влияние оказывают аэрогенные выбросы, по этой причине свойства городских почв с нетрансформированным профилем существенно отличаются от характеристик своих фоновых аналогов.

Более чем 200-летняя индустриальная история г. Ижевска наложила отпечаток на почвы. В качестве главных показателей трансформации необходимо выделить: нарушение естественного профиля, сдвиг агрохимических характеристик и содержания макро- и микроэлементов не только на поверхности, но и по профилю. На основе перечисленных характеристик почв г. Ижевска можно сделать выводы о направлении и степени преобразования природных экосистем в городе.

Естественные почвы являются своеобразной тысячелетней памятью ландшафта, их разрушение ведет к потере данной функции. Преобразованные почвы городов при формировании культурного слоя также могут служить памятью, но уже об антропогенном этапе развития. Таким образом, морфология профиля является важной характеристикой не только самой почвы, но и среды, в которой шло ее развитие вне зависимости от того, естественной или антропогенной она является.

Для характеристики городских почв необходимо в первую очередь провести их деление по степени и виду антропогенной трансформации. Именно деятельность человека, а не природные факторы, в условиях города определяет особенности почвенного покрова. Мы воспользовались в качестве основы классификацией предложенной М. Н. Строгановой с соавторами [Строганова и др.,

1997а, б, 1998], но внесли в нее ряд изменений [Рылова, 2001; Рылова, 2003]. Используемый вариант представлен в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1

Классификация городских почв таежной зоны

Блок почв	Естественные почвы в пределах города	Антропогенные преобразованные почвы				Техногенные почвоподобные образования
Класс почв	Естественные почвы	Поверхностно преобразованные	Глубоко преобразованные почвы			Техноземы (искусственно созданные)
Тип городских почв	Подзолистые, болотные и т.д. в пределах города не трансформированные почвы	Урбано-почвы: преобразовано менее 50 см, диагностируется естественная почва	Урбаноземы: преобразовано более 50 см или меньше, но тип естественной почвы определить невозможно			Урбанотехноземы: естественный профиль уничтожен, поверхность искусственно гумусирована
Подтип почвы	Дерново-подзолистые, дерново-глеевые почвы и т. д.	1.слабо преобразованные 2.сильно преобразованные	урбаноземы	хемоземы	эканоземы	1.реплантозем 2.конструктозем
Вид почвы	Дерново-слабоподзолистые, дерново-среднеподзолистые почвы и т. д.	1.ацефало-почвы /земы 2.страто-почвы /земы 3.турбо-почвы /земы 4.агро-почвы /земы	1.индустризем 2. нефтезем	Тип профиля под покрытием	1.малогумусированная 2.среднегумусированная 3.сильногумусированная	

Для антропогенных почв диагностический почвенный горизонт типа «урбик» обозначается буквой «U», при ясно выраженной стратификации он подразделяется на подгоризонты с добавлением индекса - 1, 2, 3 и т.д., указывающего на порядок расположения в профиле.

В качестве основных горизонтов выделяют:

Uh - искусственно обогащенный органикой горизонт;

U₁↓ - перемешанный (турбированный) горизонт (может состоять из фрагментов и пятен естественных горизонтов);

U₁ (L) - каменистый слой, например, остатки фундамента зданий или старая кирпичная кладка;

U₁ (L) - слой, являющийся искусственным барьером, например погребенное асфальтовое покрытие или бетонная плита.

Количество антропогенных включений (кирпичная крошка, стекло, строительные материалы и т.д.) в профиле городских почв принято обозначать по грациям индексами: **a1** – менее 25 %; **a2** – 25 – 50 %; **a3** – 50-75%; **a4** – более 75 % объема горизонта.

Естественные горизонты с антропогенными нарушениями приобретают индекс «u» (**A_{1u}**, **B_u**).

Пример записи состава почвенного профиля городской почвы: **U₁↓↑ - a2-3 U₂l - a4 U₃↓↑- a1 A_{1u} A₂ BC D**.

Естественные почвы на территории г. Ижевска к настоящему времени сохранились лишь фрагментарно. В процессе роста и развития города большинство почв послужило площадкой для строительства жилых и производственных кварталов, было затоплено в результате создания водохранилища. По этой причине ненарушенные естественные почвы можно выделить лишь на территориях парков, близ оврагов и логов, по пустырям и на окраине жилой застройки.

В связи с функционированием в пределах города, естественные почвы претерпели ряд изменений, особенно горизонты верхней части профиля. Отмечено, во-первых, исчезновение или фрагментарное сохранение в профиле горизонта A₀. Данный факт обусловлен в первую очередь интенсивным вытаптыванием лесной подстилки. Во-вторых, гумусовый горизонт естественных городских почв по этой же причине часто сильно уплотнен, отмечается потеря структуры или появление слоеватости, уменьшается количество корней. При этом снижается и проективное

покрытие растительности (до 20 - 40 %). Элювиальный горизонт трансформируется значительно меньше, иногда можно отметить большую его уплотненность. Нижележащие горизонты не несут на себе отпечатков антропогенной нагрузки

Рассмотренные нами естественные почвы города даже при сохранении исходного сложения по характеристикам горизонтов, особенно верхних, отличаются от своих внегородских аналогов. В связи с преобладанием на территории города дерново-подзолистых (ДП) почв, именно их свойства будут рассмотрены далее. Отбор почв и определение химических показателей почв выполнено в соответствии с методиками [ГОСТ 26483-85, ГОСТ 27821-88, ГОСТ 26207-91, ГОСТ 17.4.02-84], содержание гумуса [Кузнецов, 1997], количество подвижных форм микроэлементов определено в вытяжке 1н соляной кислоты.

Горизонт А₁ ДП почв г. Ижевска характеризуется значительной вариабельностью результатов. В целом почвы являются нейтральными, со средним уровнем гидролитической кислотности, суммы поглощенных оснований, степени насыщенности основаниями и содержанием гумуса; высоким и повышенным содержанием подвижных форм фосфора и калия соответственно. От ДП почв, расположенных вне города, их отличает заметный рост всех показателей, кроме гидролитической кислотности - закономерно уменьшившейся с ростом pH (табл. 4.2.2).

Таблица 4.2.2

Агрохимические показатели дерново-подзолистых почв г. Ижевска (1) и дерново-подзолистых почв за его пределами (2)

Гори- зонт	pH		Н		S		V		P ₂ O ₅		K ₂ O		С орг.	
			ммоль/100г				%		мг/ кг				%	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
A ₁	6,1	4,3	2,1	5,9	17,9	9,4	86,1	58,8	201	38	95	102	3,4	2,3
A ₂	5,2	4,2	1,8	3,9	8,8	4,9	75,1	56,0	132	48	54	79	3,1	0,8
B ₁	4,6	4,1	2,2	3,6	12,4	10,9	80,9	72,6	200	59	75	101	2,1	0,5
B ₂	4,5	4,0	2,1	3,9	14,6	17,1	82,2	80,3	230	55	96	115	1,7	0,4

Содержание макро- и микроэлементов в естественных почвах повысилось только в верхних горизонтах. Значение коэффициента аккумуляции (отношение содержания элемента в почве к содержанию в почвообразующей породе) для горизонта А₁ составляют соответственно (фоновые почвы/городские почвы): для фосфора 0,7/0,9; для калия 0,9/1,0; для марганца 1,5/10,2; для цинка 1,1/4,9; для меди 0,8/1,4.

Изменяется, однако, химические показатели не только верхних горизонтов, но и всего профиля почвы. Распределение большинства параметров вниз по профилю соответствует фоновому, но определенные отличия существуют [Зыкина, 2013]. При этом смещение агрохимических показателей можно охарактеризовать как улучшение свойств ДП почв. Среди исследованных микроэлементов в избыточном количестве накапливается цинк и марганец (рис. 4.2.1). Значительное обогащение горизонта лесной подстилки обусловлено, в первую очередь, поступлением элементов с опадом, а также в результате осадения аэрогенных выбросов промышленности и транспорта на поверхность почвы.

Антропогенные почвы г. Ижевска

Блок антропогенных преобразованных почв объединяет почвы поверхностно и глубоко преобразованные. Две данные группы являются закономерным продолжением друг друга в общей линии развития почв города, поэтому при анализе трансформации профиля городских почв эти классы необходимо рассматривать совместно. Физическая трансформация почв города наиболее заметна, она происходит в нескольких направлениях, эти особенности отражены в классификации городских почв на уровне вида (табл. 4.2.1).

Сохранение естественного профиля в случае формирования урбано-почв дает возможность определить исходный тип естественной почвы. В случае антропогенного увеличения профиля за счет насыпи классификация типа и вида исходной почвы не представляет трудностей.

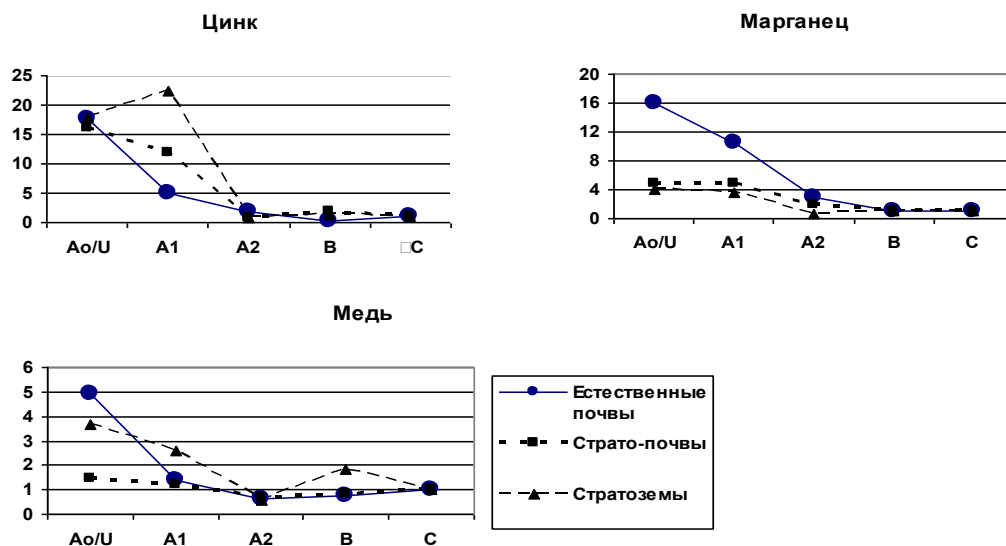


Рис. 4.2.1. Распределение ряда микроэлементов в профиле городских почв сформированных на ДП почвах (на основе Ка – см. в тексте; A₀/U - горизонт лесной подстилки в естественных почвах и насыпной горизонт в антропогенных почвах)

Типичными урбано-почвами на территории Ижевска являются страто-подзолистые почвы, характеризующиеся насыпным слоем в большинстве случаев естественного происхождения. При этом возможно сохранение гумусового горизонта A₁, погребенного под различными по мощности минеральными и органоминеральными слоями. Данные отложения - итог деятельности человека, в результате чего поверх естественного профиля почвы может появиться слой органики малой мощности (формирование газонов) или отложения поднятых на поверхность иллювиальных горизонтов или почвообразующей породы (что встречается намного чаще). Такие образования мы относим к натурстрато-почвам. Они распространены повсеместно, но в основном приурочены к окраинам города. Мощность сформированного органического горизонта в исследованных нами почвах мала – от 4 до 17 см, что является результатом торфования поверхности. Данные процессы сопровождаются улучшением почвенных характеристик, ведут к увеличению проективного покрытия, наземной и подземной биомассы травянистых растений и количества почвенной мезофауны. Урбано-почв гумусированных не так много, основную массу составляют почвы под минеральными насыпями, к тому же более мощными - в среднем 29 см.

Типичные профили натурстрато-подзолистых почв приведены на рис. 4.2.2, где представлены страто-почвы у которых естественный профиль полностью сохранен, но поверх выявлена разная мощность антропогенных наслоений: разрез 14, 102 - слаборазрушенные почвы, разрезы 74, 121 - сильно нарушенные почвы.

Для страто-почв г. Ижевска характерно значительное содержание включений в антропогенном профиле, наиболее часто это строительный-бытовой мусор: кирпичи, галька и щебень, стекло. Сам профиль имеет пеструю окраску, неоднороден по структуре и сложению [Рылова и др., 2003]. Сравнение поверхностных горизонтов городских дерново-подзолистых почв и насыпных почв выявило изменение большинства характеристик (табл. 4.2.3, рис. 4.2.1).

Произошло снижение количества протонов водорода в почве, поэтому кислотность почв снизилась. Количество элементов минерального питания выросло, что отражает рост суммы поглощенных оснований (S). Содержание макро- и микроэлементов в поверхностных горизонтах страто-почв и стратоземов близко, при этом они существенно отличаются от естественных почв города. Наибольший рост выявлен для меди – до 3,8 раза и фосфора – до 2,7 раза.

Помимо искусственного внесения в состав профиля естественных, встречающихся в природе аналогов, на поверхность почвы часто насыпаются материалы антропогенного происхождения (урбанострато-почвы). Ярким примером могут быть территории несанкционированных свалок, которые встречаются в оврагах и поймах рек (где слой мусора не очень значителен) в противном случае данные почвы можно отнести уже к виду **урбаностратоземов**. Данные образования для

Ижевска также характерны, это связано в том числе со складированием отходов металлургических производств вдоль Ижевского пруда.

Таблица 4.2.3

Химические показатели поверхностного слоя естественных, антропогенных насыпных и агрогенных почв г. Ижевска

		Естественные почвы	Страто-почвы	Стратоземы	Агрогенные*
pH		6,14	6,62	6,90	6,8
C _{орг}	%	3,4	4,0	2,96	8,4
H	ммоль/100 г	2,05	1,03	0,49	1,2
S	почвы	17,9	27,6	33,3	19,0
V	%	86,1	92,4	97,2	93,0
P ₂ O ₅	мг/кг	201	539	300	289
K ₂ O		95	182	159	332
Mn		539	482	391	557
Fe		2420	3217	2996	3323
Cu		3,2	12,1	10,4	8,1
Zn		35,1	39,3	39,7	114

* - объединены показатели агро-почв и агроземов.

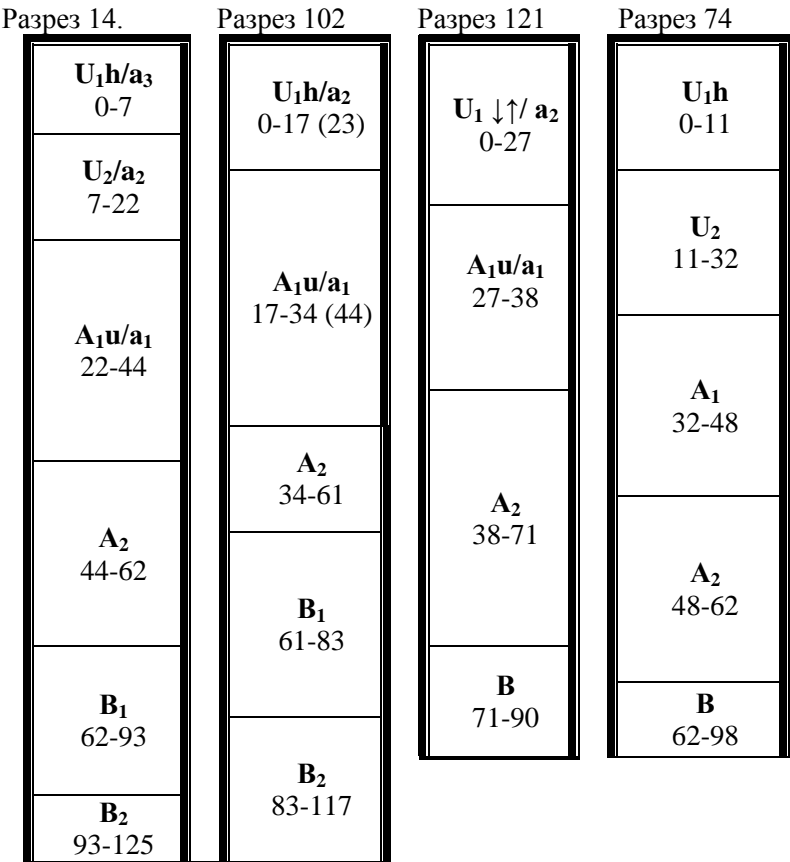


Рис. 4.2.2. Типичные профили стратопочв сформированных на подзолистых почвах г. Ижевска

Отмечаемое для городов облегчение гранулометрического состава верхних горизонтов наблюдается чаще на придорожных полосах, где по причине накопления насыпаемого в гололед песка может даже сформироваться отдельный горизонт. Для Ижевска такой слой близ дорог имеет

мощность не более 10 см. Для почв города отмечена также повышенная каменистость - типичная характеристика физически нарушенных почв.

Изменение профиля почвы за счет насыпания и перемешивания идет также в пределах садовых массивов и на приусадебных участках в частном секторе. В данном случае такое изменение поверхностного слоя осуществляется намеренно, и сопровождается другими мероприятиями, обусловленными типом использования, поэтому данные почвы относят к **агро-почвам**. Для их профиля характерно значительное нарушение лишь "пахотного" слоя на глубину до 30-40 см и практически полное сохранение нижележащих слоев. Подзолистый горизонт в ходе данного вида использования может полностью исчезнуть тогда типовую принадлежность исходных почв определить невозможно, это служит обоснованием для отнесения их к **агроземам**. Примеры профилей агрогенных почв, сформировавшихся в непосредственной близости друг от друга (плодовый отдел Ботанического сада УдГУ), приведены на рис. 4.2.3.

Химические показатели пахотного горизонта агро-почв и агроземов сходны и существенно изменены по сравнению с исходными почвами. Они имеют значительно более низкую кислотность, содержат больше органических веществ и элементов минерального питания (табл. 4.2.3). В целом эти характеристики более благоприятны для роста и развития растений, чем показатели зональных почв. Однако содержание ряда микроэлементов, например, цинка, намного выше оптимального уровня.

Разрез 14. Слабонарушенная натурстрато-дерново-сильноподзолистая почва (газон, ул. Коммунаров, 224). $U_1ha_3 U_2a_2 A_1ua_1 A_2 B_1 B_2$

Разрез 102. Слабонарушенная натурстрато-дерново-сильноподзолистая почва (ул. Коммунаров, напротив музея «Арсенал»). $U_1ha_2 A_1ua_1 A_2 B_1 B_2C$

Разрез 119. Сильнонарушенная натуртурбо-страто-подзолистая почва (ул. Лихвинцева, сквер у Вечного огня). $U_1ha_1 U_2 \downarrow a_{2-3} A_2ua_1 B$

Разрез 121. Сильнонарушенная натурстрато-подзолистая почва (двор по ул. Красногеройской). $U_1 \downarrow \uparrow a_2 A_1ua_1 A_2 B$

Разрез 74. Сильнонарушенная натурстрато-дерново-среднеподзолистая почва (ул. Щорса). $U_1h U_2 A_1 A_2 B$

Как показывает данный обзор, антропогенные поверхностно преобразованные почвы даже при незначительных нарушениях очень сильно отличаются друг от друга и в большинстве случаев в своей эволюции переходят в глубоко преобразованные почвы. Для всех видов физически преобразованных в разных направлениях почв (см. табл. 4.2.1) можно выстроить ряды преобразования от естественного состояния до полного разупорядочивания естественной почвенной матрицы или смещения ее на уровень почвообразующей породы. Дальнейшее вмешательство в развитие почв ведет к полному нивелированию признаков изначального почвенного покрова (в случае нарушения естественного профиля) или же к погребению зональных почв под мощным культурным слоем с сохранением своеобразной памяти о естественном ландшафте. Пример такого профиля приведен на рис. 4.2.3.

На территории городских поселений культурный слой образует холмы - телли (tell), максимальные высоты которых, как правило, соответствуют центру города и к окраинам сходят на нет [Burghardt, 1994; Александровский, 1997]. Данные закономерности прослеживаются и для Ижевска. Мощность антропогенного профиля в стратоземах, сформировавшихся на естественном профиле в г. Ижевске колеблется от 52 см до 1,2 метра [Рылова, Кузнецов, 2005].

В класс глубоко преобразованных почв входят урбаноземы разного происхождения. Почвы трансформированные механически, можно отнести к собственно урбаноземам. Они значительно отличаются от других представителей глубоко преобразованных почв – экраноземов и хемоземов.

В результате экранирования естественного профиля или профиля собственно урбанозема формируется отдельный подтип запечатанных почв - **экраноземы**. Они характеризуются наличием с поверхности ряда специфичных слоев: асфальтобетонного покрытия и слоя щебенки (данные слои могут располагаться до глубины 72 см), что во многом меняет характеристики почвы [Рылова, 2004]. В качестве особенностей необходимо отметить некоторую влажность запечатанных слоев и отсутствие следов жизнедеятельности мезофауны. Корневые системы под асфальтовыми покрытиями не так редки. Наиболее часто они присутствуют в толще экраноземов близ придорожных посадок древесных пород.

Рассматривая запечатанные почвы, как своеобразное депо питательных элементов для придорожных насаждений, можно отметить высокую обеспеченность погребенных слоев подвижными формами макро- и микроэлементов (табл. 4.2.4). Изоляция почв изменяет почвообразовательные процессы, поэтому по ряду характеристик антропогенные слои урбаноземов, расположенные на

глубине 0 - 50 см от поверхности, достоверно отличаются от своих экранированных аналогов, ниже эти отличия практически нивелируются.

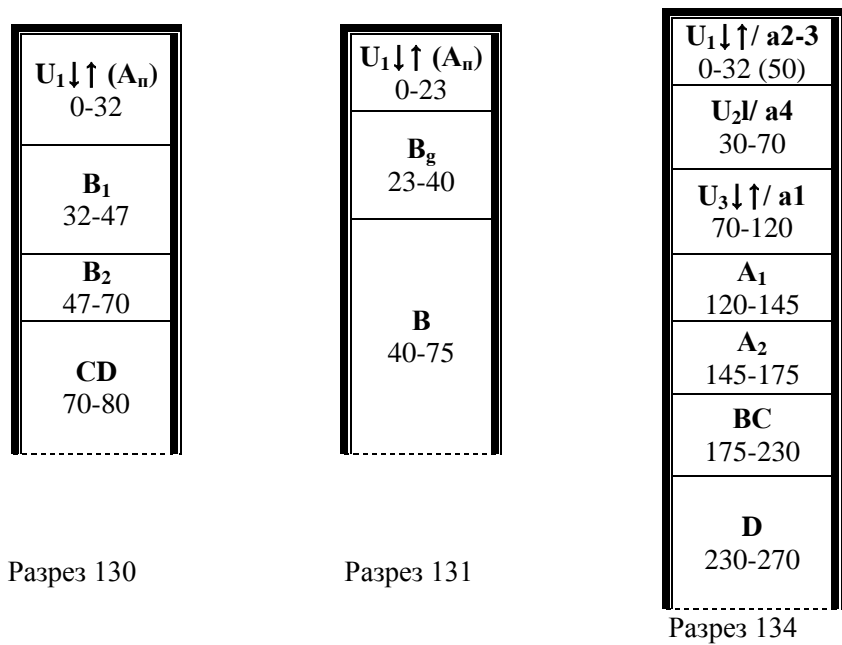


Рис. 4.2.3. Примеры профиля агро-подзолистой почвы (разрез 130), агрозема (разрез 131) и урбанозема на дерновосильноподзолистой супесчаной почве (разрез 134, ул. Красноармейская)

В особую группу из блока антропогенных почв выделяют химически преобразованные почвы. При детальном рассмотрении все почвы города в той или иной мере изменили свой химический состав. Однако в данную группу с позиции практической диагностики необходимо выделять только те почвы, химическая трансформация которых отразилась на морфологии профиля или, по крайней мере, на произрастающих (если они есть) растениях. В связи с этим, к **хемоземам** в первую очередь необходимо отнести почвы, загрязненные нефтепродуктами - данный вид загрязнения хорошо диагностируется, а также химическими элементами, высокие концентрации которых приводят к абиогенности почвы. Сюда же войдут почвы, формирование верхнего слоя которых определено отложением промышленных пылевых выбросов - это **хемостратоземы**.

Таблица 4.2.4

Характеристики верхних почвенных горизонтов
собственно урбаноземов и экраноземов

		Экраноземы	Урбаноземы
pH		6,94	7,18
C _{орг}	%	1,8	2,6
H	Ммоль/100 г почвы	0,25	0,47
S		40,5	20,2
V	%	99,3	93,7
P ₂ O ₅	Мг/кг	511,0	223,1
K ₂ O		195,6	116,1
Mn		461	391
Fe		2222	2996
Cu		11,6	10,4
Zn		45,1	39,7

- - жирным выделены достоверно отличающиеся показатели

Хемоземы могут быть сформированы на всех вышеописанных физически нарушенных почвах. Морфология профиля их разнообразна, от сохранения естественной до полного преобразования. При исследовании хемоземов на территории г. Ижевска главное внимание нами было уделено территории Центральной промышленной зоны (ЦПЗ) сформировавшейся на основе Ижевского железодельательного завода основанного в 1760 г. В силу закрытости территории заводов полноценного морфологического исследования провести невозможно, по этой причине мы рассмотрели только поверхностные слои данных почв (табл. 4.2.5).

Исследование показало, что, по меньшей мере, частично для данной территории характерны хемоземы. В качестве основных признаков для их диагностики были взяты: сформированный в результате постоянного аэрогенного поступления слой производственной пыли и сажи; наличие загрязнения нефтепродуктами; присутствие у произрастающей растительности признаков ксероморфности, что может свидетельствовать о значительном угнетении. Исследование показателей поверхностного слоя хемоземов выявило значительные изменения этих городских почв при высокой вариабельности их показателей (табл. 4.2.5, рис. 4.2.4 – 4.2.5).

Таблица 4.2.5

Характеристики поверхностного слоя хемоземов			
pH		Среднее	Колебания
C _{орг}	%	7,5	5,3 – 9,1
H	Ммоль/100 г почвы	9,9	0,1 – 33,0
S		0,55	0,2 – 6,8
V	%	46,2	38,6 – 49,7
P ₂ O ₅	Мг/кг	98,2	74,3 – 99,8
K ₂ O		172	13 - 2419
Mn		225	20 - 500
Fe		810	160 - 2620
Cu		18793	2075 - 72000
Zn		29,9	2 - 100
		219	5 - 445

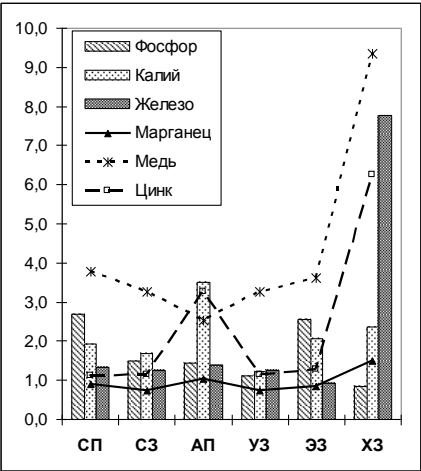


Рис. 4.2.4. Среднее содержание ряда элементов минерального питания в поверхностных слоях разных городских почв (СП - страто-почвы; СЗ –стратоземы; АП - агро-почвы; УЗ – урбаноземы; ЭЗ - экраноземы; ХЗ -хемоземы)

Данная группа почв имеет низкую кислотность, содержание органических веществ очень высокое (однако не за счет гумуса, а в результате поступления промышленных выбросов). Сумма поглощенных оснований, т.е. количество поглощенных почвой металлических катионов, всегда очень высокая. Особенностью данных почв является значительная вариабельность показателей, особенно по тем элементам, которые связаны с производственными выбросами. Так, например, содержание железа в почвах ЦПЗ доходит до 72 г/кг почвы.

При сравнении почв между собой, очевидно, что для хемоземов ЦПЗ выражено высокое концентрирование меди, цинка и железа. Их количество выходит за пределы оптимальных значений (в таком случае данные элементы минерального питания переходят в разряд тяжелых металлов).

Накопление меди, цинка и калия выявлено также для агрогенных почв, этот факт может быть связан как с аэрогенным, так и с сельскохозяйственным загрязнением.

Наиболее специфическими и четко выделяемыми группами из рассмотренных нами являются: агро-почвы и хемоземы, две данные группы по своим характеристикам значительно отличаются от других почв. Это может быть обусловлено длительным и однотипным воздействием, тогда как другие почвы сильно варьируют по времени формирования, что в какой-то степени позволяет даже объединить их в одну группу.

Городские техногенные почвоподобные образования

Разрушение естественного почвенного покрова в городе и значительное уменьшение проективного покрытия растительности, требует дальнейшего активного вмешательства человека в процессы формирования растительных сообществ. Самым доступным и часто используемым приемом для оптимизации условий в корнеобитаемом слое является землевание. В результате формируются своеобразные почвоподобные образования – техноземы (табл. 4.2.1). Урбанотехноземы Ижевска относятся к подтипу реплантоземов, примеры профилей представлены на рис. 4.2.5.

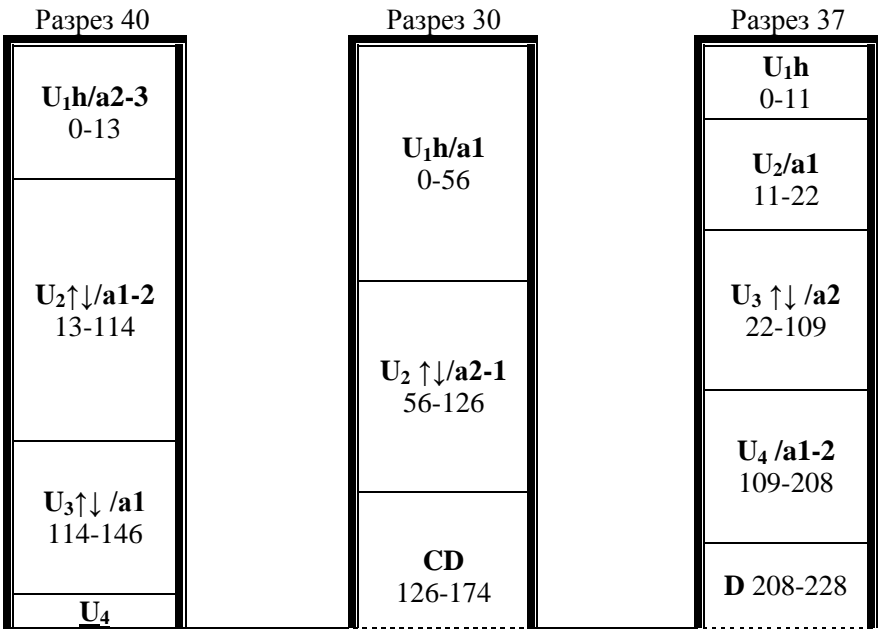


Рис. 4.2.5. Примеры профилей реплантоземов г. Ижевска

Разрез 40. Реплантозем слабогумусированный подстилаемый бетонной плитой (газон, ул. Кирова, 107). U_{1h}a₃ U₂↑↓a₁₋₂ U₃↑↓a₁ U₄(L)

Разрез 30. Реплантозем сильногумусированный (ул. Ленина). U_{1h}a₁ U₂↑↓a₁₋₂ CD

Разрез 37. Реплантозем слабогумусированный (ул. Пушкинская, Центральная площадь). U_{1h} U₂a₁ U₃↑↓a₂ U₄↑↓a₁ D

Формируемый в результате землевания искусственный органический горизонт позволяет отнести их в большинстве к слабогумусированным (слой органики в пределах 15 см), хотя колебания мощности данного слоя очень существенны - от 4 до 56 см. Трансформация нижележащих слоев может достигать глубины 3,5 метров. Гранулометрический состав профиля почвы очень разнороден. Профиль нередко подстилается бетонными плитами, он может содержать до 50 % антропогенных включений в виде щебня, гальки, кирпичной крошки и другого строительного мусора. Наибольшая мощность насыпного органического слоя характерна для центральных частей города, где данный слой обновляется более регулярно. По этой причине иногда можно даже выделить несколько разновременных органических подслоев.

Мощность органической составляющей в профиле, при своевременном посеве растительности, является залогом относительной его стабилизации. Процессы, характерные для оголенных площадок: поверхностный смыв, высокая эрозионная опасность, в данном случае нивелируются, и почва не деградирует. Наблюдаемое в последние годы увеличение площадей с землеванием поверхности в пределах города свидетельствует о регулировании человеком развития ряда антропогенных почв.

При неизбежной трансформации естественного покрова в пределах города, соотношение собственно урбаноземов и урбанотехноземов является показателем общей культуры города, его престижа и респектабельности. То же можно сказать и по отдельным городским районам.

Формирование таких почвоподобных образований улучшает условия существования биоты. Характеристики поверхностного гумусированного горизонта реплантоземов более благоприятны, чем показатели зональных почв (табл. 4.2.6, табл. 4.2.1).

Таблица 4.2.6

Характеристики поверхностного слоя реплантоземов г. Ижевска

		Среднее
pH		6,45
C _{орг}	%	17,8
H	Ммоль/100 г почвы	0,44
S		44,5
V	%	99,0
P ₂ O ₅	Мг/кг	355,9
K ₂ O		135,0
Mn		431
Fe		3757
Cu		9,6
Zn		48,4

Для них типична нейтральная реакция среды, высокое содержание биогенной органики, высокое количество поглощенных почвой макро- и микроэлементов. Техноземы в пределах селитебной части г. Ижевска сформированы вдоль крупных улиц центра города, этот факт обусловил трехкратное превышение фонового уровня содержания подвижных Zn и Cu в поверхностном горизонте данных почв. Однако, в связи с периодическим обновлением насыпного органического слоя, эти почвы содержат практически оптимальное количество доступных форм макро- и микроэлементов.

Трансформация фоновых почв в городе неотвратима, сохранение естественного почвенного покрова в его пределах практически невозможно. Время существования г. Ижевска не так велико, однако преобразование почв весьма значительно, и пока фрагментарно. Это помогло в выявлении направлений и закономерностей трансформации исходных почв.

Естественные почвы г. Ижевска являются наименее нарушенными. Изменение почв обусловлено в основном вытаптыванием, что ведет к уничтожению лесной подстилки и уплотнению двух верхних горизонтов. Геохимическое воздействие города за период около 250 лет не изменило морфологические характеристики естественных почв, при этом улучшило их агрохимические показатели.

Наиболее распространенным типом физической трансформации почв города является турбирование и засыпание. В районах старой застройки доля погребенных почв выше, для новых районов более типичны турбоземы. Мощность культурного слоя на погребенных почвах выше в центральной части города и старых окраинных "городках" (особенно в городке Металлургов), она колеблется от 7 до 120 см. Скорость прироста культурного слоя варьируется от 0 до 0,5 см в год.

Для профиля нарушенных почв селитебной части отмечается значительная гетерогенность и гетерохронность слоев, повышенная каменистость и захламленность профиля, уплотненность практически всех слоев, повышенное содержание карбонатов (вскипание от 10 % HCl даже с поверхности), появление сверху экранирующих покрытий. Перечисленные особенности обуславливают более высокую эрозионную опасность формируемых антропогенных почв.

Агрохимические показатели различных видов антропогенных почв значительно отличаются, тем не менее, их на данном этапе в большинстве случаев можно назвать удовлетворительными. Наибольшие отличия характерны для почв длительно и однотипно используемых. В таком случае они значительно отличаются от других типов, причем изменения могут быть как положительными (агро-

почвы), так и отрицательными (хемоземы). В качестве одного из признаков последних необходимо отметить присутствие у произрастающей растительности признаков ксероморфности (розеточность, мелколистность), что может свидетельствовать о значительном ее угнетении.

Среди агрохимических характеристик наиболее негативное влияние на растительность оказывает щелочная реакция среды (до 9,1%) и высокое содержание микроэлементов. Содержание органического углерода для хемоземов максимально - 11 %, но это не гумус, а сажа и нефтепродукты.

Вдоль главных улиц, в центральной части города наблюдается увеличение доли техноземов, данные почвы - своеобразный показатель респектабельности города и его районов. Их агрохимические показатели благоприятны для нормального роста и развития растений.

В целом, необходимо отметить, что трансформация почвенного покрова города приводит не только к изменению условий произрастания растительности, но в ряде случаев определяет состав фитоценоза (рудеральные, галофитные и др. сообщества).

Современное состояние почвенного покрова г. Ижевска

Участки, сохранившие естественный почвенный покров, в городе являются лишь незначительными островками среди антропогенных почв. Рассматривая два выделенных нами в классификации блока трансформированных человеком почв, первое место по распространенности в городе занимают антропогенные преобразованные почвы, причем большая доля приходится на класс глубоко преобразованных почв (урбаноземы).

Техногенные почвоподобные образования распространены намного меньше, однако при улучшении экономической обстановки вероятен значительный рост их доли за счет формирования искусственного органического слоя на урбаноземах и, соответственно, трансформации последних в урбанотехноземы. В центральной части города велика доля экраноземов, однако в более удаленных районах их значительно меньше. Хемоземы (сильно загрязненные почвы) можно выделить в пределах промышленных зон, где наиболее распространены интруземы. Самым высоким уровнем загрязнения отличается Центральная промышленная зона на плотине Ижевского пруда.

Трансформация почв на уровне изменения морфологии профиля оценивается по следующим группам: насыпные, турбированные, скальпированные и агрогенные почвы (они выделены в классификации – табл. 1). Данные направления преобразования определены как особенностями рельефа, так и спецификой хозяйственной деятельности. Помимо перечисленных, выделены также комплексы почв – некроземы (в пределах кладбищ).

Разные районы города имеют свои особенности.

Для **Октябрьского района** характерна значительная доля непреобразованных почв в западной и северной его части. Естественный почвенный покров трансформирован в направлении формирования насыпных почв, за счет накопления культурного слоя.

Типичными являются перемешанные почвы, а в районах небольшой по площади индивидуальной застройки и в коллективных садах и огородах преобладают агрогенно-преобразованные почвы. В качестве специфических особенностей можно отметить значительную мощность страто-почв и стратоземов - до 60-65 см, несмотря на относительно высокое положение, что определяется, по-видимому, длительным временем освоения данного района.

По р. Подборенке - границе двух геоморфологических подрайонов и по выходящим в ее пойму оврагам встречаются также урбанострато-почвы, сформировавшиеся в результате захламления бытовым и строительным мусором.

Восточнее данного естественного рубежа мощность культурного слоя не более 40 см, что обусловлено ровным рельефом. Южная часть района более всего освоена, здесь расположен административный и культурный центр города, в связи с этим естественных почв здесь практически нет. Большая часть территории относится к многоэтажной застройке и представлена страто- и турбопреобразованными почвами при высокой доле экраноземов.

Для **Индустриального района** характерно частичное сохранение естественного почвенного покрова внутри застройки. Индивидуальная застройка в пределах района - Восточный поселок, а также садовые массивы, определяют значительную долю агрогенных почв. Насыпные почвы представлены в частном секторе только урбано-почвами (мощность насыпного слоя более 30 см не наблюдается). Многоэтажная застройка расположена в западной и северной части района, здесь велика доля турбированных и насыпных почв (мощность насыпи до 80 см) с большой долей запечатанных. В пойме р. Карлутки, протекающей по территории района, широко распространены не только урбанострато-почвы, но и урбаностратоземы (естественные почвы засыпаны неприродными

материалами на глубину более 50 см) в районах крупных несанкционированных свалок. Кроме того, здесь расположен комплекс почв относимых к некроземам (Северное кладбище).

Устиновский район практически полностью представлен относительно новыми микрорайонами и характеризуется сильной трансформацией естественного покрова путем скальпирования и турбирования поверхностных слоев. Естественные почвы сохранились лишь на участках, прилегающих к поймам рек, оврагам, лесопосадкам. Агро-почвы практически не представлены, стратоземы встречаются крайне редко с максимальной антропогенной толщиной в 60 см. Для центральной части района характерны ацефало- и турбоземы (скальпированные или обезглавленные и перемешанные почвы). Большинство почв района относится к урбаноземам, сформированным при перемешивании исходных почв.

Первомайский район очень разнороден по направлениям преобразования почв, так как характеризуется сложным рельефом и относится к двум геоморфологическим районам. Сохранение лесного массива близ санатория «Металлург» способствовало сохранению в центральной части района естественных почв. Наибольшие нарушения почв (вплоть до отсутствия возможности определить исходные естественные почвы) выявлены в районе старого Аэропорта и южнее - до ул. Камбарской, большее распространение здесь имеют турбированные почвы со значительной долей запечатанных. Северо-западная часть района (наиболее старая) характеризуется большой долей стратоземов, при сохранении в ряде случаев под культурным слоем (до 120 см) естественного почвенного покрова. В границах Нагорного кладбища выделяется комплекс некроземов. Южная часть района - территория индивидуальной застройки (местами она как пережиток сохранилась и севернее), где расположены агрогенные почвы. Выделяется территория Первомайского района относящаяся к Низинному геоморфологическому району и носящая название «Болото» по причине практически постоянного избыточного увлажнения. Это территория индивидуальной застройки, и для эффективного использования почв под огороды население увеличивает высоту участков за счет насыпания привозных грунтов. В результате на исходных почвах - дерново-глеевых, пойменных и болотных сформировались стратоземы. Для территории поймы, прилегающей непосредственно к застройке, характерно формирование урбанострато-почв из бытового мусора.

Ленинский район. Северо-восточная часть района представлена турбированными, насыпными и химически трансформированными почвами. В районе шлакоотвалов насыпание неприродных материалов обусловило формирование урбаностратоземов. Центральная промышленная зона за счет значительного периода деятельности металлургических производств характеризуется формированием хемоземов и хемостратоземов. Южнее трансформация почв обусловлена турбированием.

Западная часть подрайона включает селитебные территории с застройкой и городского и сельского типа, здесь располагаются страто-почвы, турбированные и агрогенные почвы. В районе гор. Машиностроитель и гор. Строитель большинство почв является турбированными, доля страто-почв невелика, наибольшая их мощность - 52 см. Агрогенные почвы здесь почти не представлены, тогда как южнее, ниже ул. Драгунова, - это основной вид трансформации почв. Накопление культурного слоя в районе индивидуальной застройки отмечено вдоль улиц в большинстве случаев толщиной не более 50 см. В пределах Александровского кладбища расположен комплекс некроземов. По окраинам района можно выделить урбанострато-почвы небольшой мощности, но очень значительной площади, особенно характерно это для территорий прилегающих к частному сектору.

4.3. Характеристика загрязнения почв г. Ижевска тяжелыми металлами и другими веществами

Загрязнение земель изучается в двух аспектах: как самостоятельная экологическая проблема, либо как индикатор загрязнения воздушного бассейна и/или величины техногенной нагрузки в целом. Самостоятельную экологическую проблему, непосредственную угрозу здоровью людей и состоянию экосистем, создают экстремальные проявления вейстогенного загрязнения, тогда как характеризовать общую экологическую ситуацию может аэрогенное загрязнение, формирующееся за счет многолетнего осаждения пылегазовых выбросов.

Загрязнение почв Ижевска тяжелыми металлами изучено с довольно высокой детальностью, но последние систематические исследования завершились в 2000 г [Качанов и др., 1993, Стурман и др., 1996, 1998-2000]. Почва, как объект загрязнения, является относительно консервативным

компонентом окружающей среды: естественная деконцентрация поллютантов в них происходит в 20 раз медленнее, чем в реках и в 1400 раз медленнее, чем в воздухе [Беллер Г.А. и др., 1988].

Основным показателем загрязнения почв является суммарный показатель Z_c , определяемый по формуле [Саэт и др., 1990]:

$$Z_c = \sum K_c - (n-1),$$

где: K_c – поэлементные показатели концентрации (см. ниже); n – число учтенных химических элементов,

$K_c = \frac{C_i}{C_f}$, где: C_i – концентрация данного элемента в i -й пробе; C_f – фоновая концентрация этого же элемента для данного типа грунтов.

Фоновые характеристики концентраций элементов принимались по результатам обобщения материалов эколого-геохимических исследований и изысканий в районах Удмуртии, удаленных от городов и транспортных магистралей (таблица 3.3.1.), и с учетом характера почв, сформировавшихся на четвертичных отложениях различного генезиса.

Уровень загрязнения почв считается [Саэт и др., 1990] допустимым при значении Z_c до 16, умеренно опасным при Z_c от 16 до 32, опасным при Z_c от 32 до 128 и чрезвычайно опасным при Z_c более 128.

При изучении загрязнения почв Ижевска в общей сложности было проанализировано рентгеноспектральным флуоресцентным и полуколичественным спектральными методами более 4 тыс. проб. Распределение суммарных показателей загрязнения почв Ижевска представлено на карте (рис. 4.3.1).

Связь между остротой экологических проблем и характером использования земель общеизвестна. Использование эколого-геохимических показателей позволяет охарактеризовать эту связь количественно. Средние значения концентраций элементов и суммарных показателей Z_c по типам землепользования приводятся в таблице 4.3.1.

Территориальная характеристика загрязнения почв Ижевска. В Ижевске около 80% городских территорий с опасным и чрезвычайно опасным уровнями загрязнения (Z_c более 32) приурочено к поймам и низким надпойменным террасам; более 80% территорий с допустимым уровнем загрязнения (Z_c до 16) приурочено к водоразделам. Такое распределение уровней загрязнения отражает как исторически сложившееся (но весьма неудачное в экологическом отношении) преимущественное размещение крупных промышленных предприятий на поймах и низких надпойменных террасах, так и худшие условия проветривания в пределах речных долин, а также перераспределение элементов в современных отложениях в результате их химической и механической миграции.

Из приведенной таблицы хорошо видны различия в уровнях загрязненности земель, относящихся к разным категориям использования. В то же время приведенные величины отражают не только особенности современного использования земель, но и перенос с соседних территорий, а также прошлое землепользование. В значительной степени эти факторы сказались на усадебной застройке и искусственных зеленых насаждениях, поскольку то и другое на значительной части городской территории соседствует с промышленными зонами и коммуникациями, а также приуроченности их к искусственным почвогрунтам (техноземам).

В пределах застроенной части городской территории выделяется около 20 относительно крупных техногенных геохимических аномалий, приуроченных к основным промышленным предприятиям, коммунально-складским зонам, железнодорожным станциям, и около 200 мелких, приуроченных к небольшим промышленным объектам, магистральным улицам, скоплениям отходов, или имеющих неясное происхождение. Аномалии, напоминающие по форме «розу ветров» либо изометричные, сформировались лишь в единичных случаях, где отсутствуют резко выделяющиеся формы рельефа и высокие, протяженные строения. В остальных случаях формы аномалий искажены вследствие их распространения на близлежащие понижения рельефа и «обтекания» положительных форм рельефа и выделяющихся по высоте строений.

Наиболее крупная аномалия площадью более 20 км² занимает всю территорию промышленного комплекса в центре города и прилегающие участки, в т.ч. с жилой застройкой (рис. 4.3.1.). В пределах этой аномалии выделяются три части, различающиеся по уровням загрязнения и элементному составу: ядро, периферическая часть и район старых золо- и шлакоотвалов. Ядро располагается в пределах промплощадок заводов Ижсталь и Ижмаш и характеризуется повсеместно опасным и чрезвычайно опасным уровнями загрязнения (Z_c до 431) с максимально широкой ассоциацией элементов: концентрации молибдена, вольфрама, свинца, никеля, хрома, меди, цинка в десятки раз превышают фон.

Таблица 4.3.1

Средние содержания элементов для наиболее распространенных в Удмуртии сочетаний почв и подстилающих их грунтов (верхний 5-см слой), в мг/кг

Сочетания почв и подстилающих их грунтов	Кол-во проб	Элементы							
		Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Cr	V
Дерново-сильнопodzолистые почвы на эоловых песках, в среднем	208	25	40	17	30	10	727	124	58
в т.ч. в пределах нефтяных месторождений	184	26	39	15	30	11	724	124	58
в т.ч. вне пределов нефтяных месторождений	24	9	57	32	33	5	783	114	60
Дерново-сильнопodzолистые почвы на эоловых песках, смытые	28	25	37	13	35	11	631	153	71
Глубокоподзолистые почвы на эоловых песках	10	15	39	16	28	7	772	137	65
Дерново-сильнопodzолистые почвы на элювиально-делювиальных и делювиально-солифлюкционных суглинках и глинах	15	15	59	28	46	13	1156	139	140
Дерново- средние и слабопodzолистые почвы на элювиально-делювиальных и делювиально-солифлюкционных суглинках и глинах	11	22	76	33	71	22	1098	164	137
Серые лесные почвы на элювиально-делювиальных и делювиально-солифлюкционных суглинках и глинах	32	25	71	23	72	21	1468	154	122
Аллювиальные и аллювиально-болотные почвы на аллювиальных отложениях	16	19	30	15	28	10	648	110	51
Почвы овражно-балочного комплекса на пролювиально-аллювиальных отложениях	9	11	35	40	45	8	339	124	
В среднем	329	24	44	19	36	12	792	129	68

Золо- и шлакоотвалы, а также засыпанные металлургическими отходами понижения рельефа, занимают в общей сложности около 170 га, частично застроены или заняты железнодорожными путями и складами. Уровень загрязнения повсеместно опасный и чрезвычайно опасный; определяется высокими концентрациями хрома, молибдена, ванадия и других элементов, использовавшихся в качестве легирующих добавок при сталеплавильном производстве. Значительная часть шлака и золы залегает ниже уровня грунтовых вод, что делает проблематичным их удаление и одновременно создает предпосылки для выщелачивания содержащихся в отходах металлов. При изучении гидрохимических особенностей шлакоотвала было выявлено, что составляющие значительную часть массы шлаковых отходов оксиды кальция и магния формируют щелочные и сильнощелочные воды (рН от 8,51 до 11,58). В таких водах активно мигрирует в токсичной 6-валентной форме хром, используемый в качестве легирующей добавки и также содержащийся в шлаке в значительном количестве.

Выполненные лабораторные эксперименты и расчеты позволили определить параметры искусственного геохимического барьера из слоев торфа и известняка (в глубоких траншеях параллельно берегу), рекомендованного к созданию в рамках программы очистки и оздоровления

водохранилища. Градостроительное освоение ныне заболоченного и захламленного золошлаковыми отходами правобережья Ижевского водохранилища способно в едином комплексе решить задачи очистки акватории от донных отложений и оптимизации его гидрографических характеристик, снижения вредного влияния существующего здесь мощного очага загрязнения, преодоления дефицита площадей под современную застройку, формирования новой рекреационной зоны, развития коммуникаций.

Периферическая часть аномалии охватывает районы, прилегающие к промплощадке, а также территории многочисленных мелких предприятий и может быть охарактеризована как зона «пятнистого» загрязнения. На ее наиболее загрязненных участках значения суммарного показателя (Z_c до 187), состав ассоциации, уровни концентрации отдельных элементов уступают таковым в ядре аномалии. Устойчиво высокими (K_c более 10) остаются концентрации молибдена и цинка; никель, свинец, барий, медь, хром входят в состав ассоциации не повсеместно.

Остальные техногенные геохимические аномалии имеют существенно меньшие размеры и степень выраженности. При этом среди них могут быть выделены относительно значительные аномалии (площади от 0,5 до 2,5 км²; уровень загрязнения опасный, а в отдельных точках и чрезвычайно опасный), территориально приуроченные к промышленным предприятиям и прилегающим участкам (Буммаш, Автозавод, Механический завод, Нефтемаш, Радиозавод, завод строительной керамики, скопление мелких предприятий в районах ул. Маяковского- Магистральная- К. Маркса и Гагарина-Пойма); загрязненным сточными водами, в т.ч., вероятно, от гальванических производств, поймам рр. Старковка, Вожойка, Позимь, Иж; автомагистралям (ул. Удмуртская, Ленина, Петрова). Следует особо отметить наличие на относительно недавно застроенных окраинах города специфических аномалий, в которых высокие концентрации ряда технофильных элементов (серебро, вольфрам, хром, молибден), обуславливающие опасный и чрезвычайно опасный уровни загрязнения, на коротких расстояниях резко сменяются значениями, близкими к фоновым. Такие аномалии, выявленные по ул. Майская, Первомайская, Союзная, Барышникова, Калининградская, рассматриваются как веистогенные.

В связи с имевшим место массовым бесконтрольным использованием металлургических отходов для подсыпки низинных участков, особенно на пойме и низких надпойменных террасах р. Иж, дорожного строительства и благоустройства, широко распространены локальные веистогенные аномалии умеренно опасного, опасного и даже чрезвычайно опасного уровней, преимущественно хром-вольфрам-молибденового состава, приуроченные к проезжим частям грунтовых и гравийно-щебеночных дорог.

К югу и юго-востоку от города располагаются аномалии объектов утилизации и захоронения бытовых и промышленных отходов и стоков. Поскольку большая часть указанных объектов (свалка по Сарапульскому тракту, иловые площадки городской канализации) располагаются за городской чертой и не нашли отражения на рис. 4.3.1, характеристика данной макроаномалии является неполной. Выявленное в районе п. Люлли, а также к юго-западу и юго-востоку от него обширное поле повышенного и умеренно опасного загрязнения может рассматриваться как периферическая часть крупной аэрогенной аномалии. На ее связь с объектами захоронения отходов указывает широкий состав ассоциации, с преобладанием общераспространенных технофильных элементов (медь, цинк, в меньшей степени никель, кобальт, хром). Выдержанное поле умеренно опасного загрязнения отмечено также в долине р. Люллинка, истоки которой располагаются вблизи иловых площадок.

Поэлементная характеристика загрязнения почв. Суммарные показатели загрязнения определяются, главным образом, концентрациями трех элементов: свинца, цинка, молибдена. По остальным элементам значительные концентрации встречаются реже либо отсутствуют.

Свинец образует наибольшие концентрации вблизи Радиозавода (K_c до 146), на промплощадках заводов Ижсталь и Ижмаш (K_c от 60 до 93), других предприятий (K_c до 20), у транспортных магистралей (железные дороги, ул. Удмуртская, Воткинское Шоссе, 10 лет Октября, 9 января, К. Маркса, 40 лет ВЛКСМ), автостоянок и гаражей - K_c 10-15, локально до 79. Повсеместно повышенными уровнями концентрации свинца (K_c 5-15) характеризуется практически вся центральная часть города и районы многоэтажной застройки, а также поймы рр. Позимь и Иж (K_c 3-10).

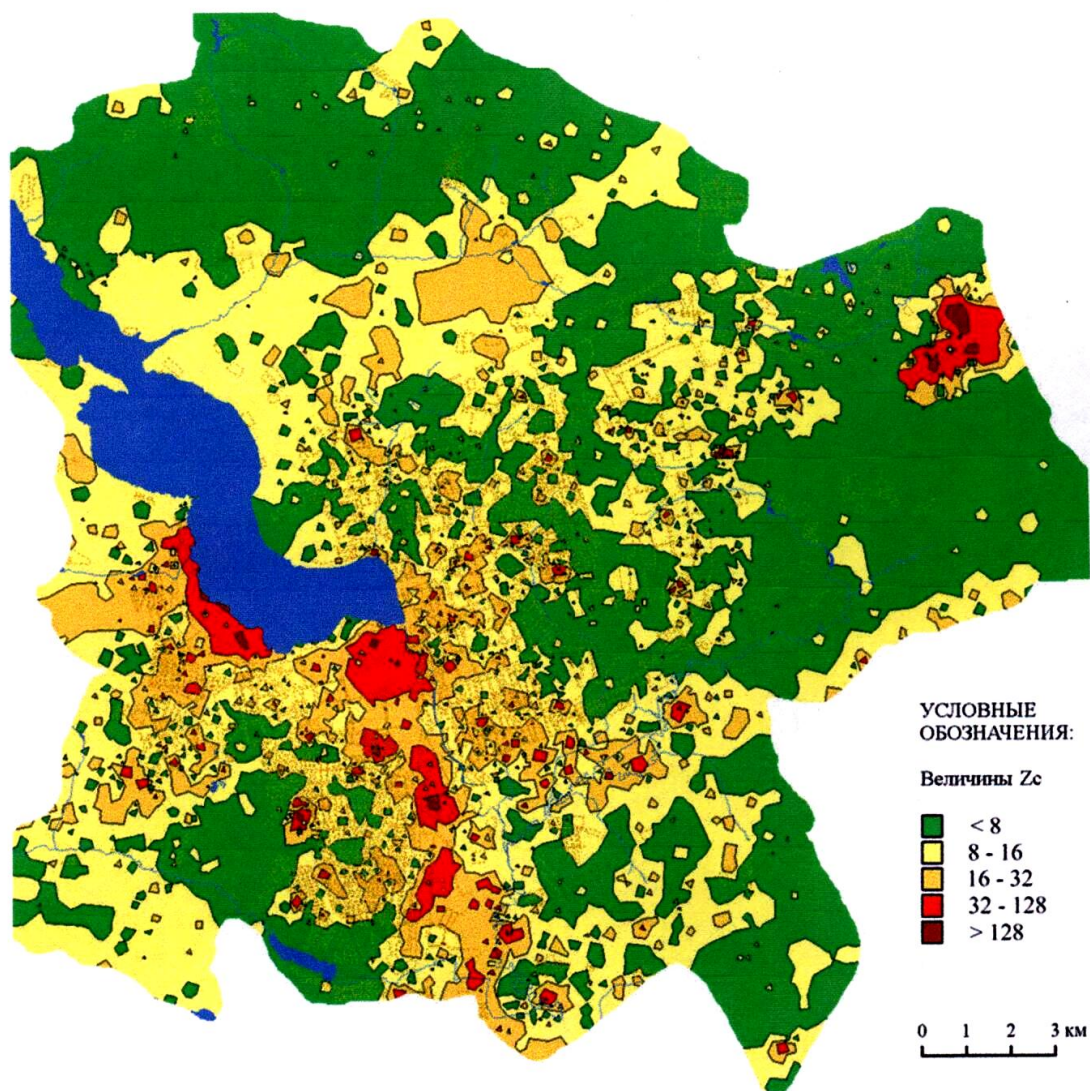


Рис. 4.3.1. Карта распределения суммарных показателей загрязнения почв Ижевска

Молибден. Основным источником являются газопылевые выбросы металлургического производства. Доля молибдена в выбросах может быть невелика, но вследствие низкого природного фона (порядка $n \times 10^{-4}$ - $n \times 10^{-5}\%$) относительные показатели K_c достигают значительных величин. В зоне непосредственного воздействия ОАО «Ижсталь» прослеживается концентрическая территориальная структура загрязнения, подобная описанной выше для цинка. Наибольшие концентрации (K_c от 10 до 45, локально до 232) имеют место на промплощадке и в радиусе до 1-1,5 км вокруг нее. На расстояниях 1,5-2,0 км от промплощадки располагается в виде довольно выдержанного кольца зона пониженной загрязненности (K_c от 1,7 до 5), четко выраженная к западу, югу и юго-востоку от предприятия (на севере расположен пруд, на северо-западе - старые отвалы). Далее на расстояниях от 2,0 до 2,5 км находится зона повышенной загрязненности (K_c от 5 до 25).

Следует отметить, что в южном и юго-восточном секторах на расстояниях 3-4 км от предприятия отмечается еще одна зона высокого загрязнения (K_c 5-10). Значительные концентрации молибдена (K_c 5-10, локально до 27) отмечаются на краю лесного массива, вдоль северной окраины города, в 5-7 км от предприятий.

Таблица 4.3.2

Средние значения концентраций элементов и суммарных показателей загрязнения по элементам землепользования на территории г. Ижевска

Типы землепользования	К-во точек	Средние концентрации элементов, %								Суммарн. показат. Zc
		Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Cr	Ti	
Застройка многоэтажная	566	0,0066	0,0143	0,0044	0,0050	0,0013	0,1379	0,0218	0,2867	16,144
Застройка малоэтажная	58	0,0038	0,0158	0,0038	0,0049	0,0014	0,1022	0,0261	0,2654	15,820
Застройка усадебная	444	0,0075	0,0208	0,0045	0,0063	0,0016	0,1004	0,0236	0,2902	21,914
Коммуникации	326	0,0041	0,012	0,0036	0,0067	0,0015	0,1261	0,0194	0,3345	14,056
Промышленные зоны	264	0,0236	0,0212	0,0061	0,0315	0,0029	0,1372	0,0674	0,3309	38,841
Коммунально-складские зоны	49	0,0030	0,011	0,0045	0,0062	0,0018	0,1469	0,0647	0,2358	17,335
Зеленые насаждения искусственные	201	0,0045	0,011	0,0047	0,0067	0,0015	0,0965	0,0172	0,3252	15,068
Рекреационные зоны	43	0,0018	0,0083	0,0045	0,0045	0,0009	0,0918	0,0147	0,2857	12,811
Городские леса	396	0,0108	0,0081	0,0053	0,0045	0,0012	0,1082	0,0133	0,2933	10,013
Малоиспользуемые заболоч. земли (поймы рр. Иж и Позимь)	535	0,0030	0,0114	0,005	0,0080	0,0018	0,1359	0,0222	0,3509	14,142
Социально-культурные и оздоровит. учреждения	196	0,0087	0,0132	0,0043	0,0047	0,0013	0,1020	0,0192	0,3019	10,497
Пустыри	144	0,0033	0,0404	0,0051	0,0051	0,0123	0,1460	0,0196	0,3453	11,411
Садово-огородные участки	46	0,0024	0,0085	0,0051	0,0049	0,0010	0,2289	0,0242	0,2804	8,992
Строительн. площадки	39	0,0035	0,0139	0,0038	0,0063	0,0015	0,0869	0,0163	0,3303	13,718
Шлакоотвал	11	0,0071	0,0208	0,0081	0,0582	0,0410	0,4445	0,9132	0,2796	135,500
Кладбища	16	0,0027	0,0094	0,0048	0,0046	0,0015	0,1332	0,0126	0,2836	8,062
Гаражи	20	0,0117	0,0096	0,0031	0,0062	0,0014	0,1550	0,0321	0,3330	17,881
Пашня	130	0,0020	0,0089	0,0052	0,0050	0,0019	0,0864	0,0159	0,3719	8,747

Подобная структура выпадений, с чередованием минимумов и максимумов на разных расстояниях от источников, известна из литературы [Саэт и др., 1990] и объясняется разнообразием форм нахождения элементов в выбросах. Вследствие того что разные элементы переносятся в атмосфере на разные расстояния, зоны максимумов и минимумов для молибдена и цинка оказались смещенными. К востоку и северо-востоку от завода Ижсталь концентрическая структура молибденового загрязнения не прослеживается, т.к. там располагается относительно высокий и крутой левый склон долины р. Иж. Повышенные концентрации молибдена (Кс от 5 до 14) приурочены к ряду других предприятий: Механический завод, Нефтемаш, заводы “Редуктор” и “Метеор” (юго-восточная и восточная часть города).

Никель образует наибольшие концентрации в поймах рр. Иж (Кс до 124), Старковка, Вожойка, Позимь (Кс до 10). Сильно загрязнены никелем промплощадки предприятий: Ижсталь, Ижмаш, Механический завод (Кс от 20 до 60), Автозавод, «Редуктор» и др. (Кс 6-8).

Медь обнаружена в значительных количествах в поймах рек Старковка (Кс до 133), Позимь, Иж (Кс 2-5), а также на промплощадках и вблизи практически всех крупных машиностроительных предприятий (Кс 5-10, локально до 38,5).

Удмуртия входит в область распространения медистых песчаников средней и верхней перми, ввиду чего имеют место локальные участки повышенных концентраций естественного происхождения. Поэтому в интерпретации измеренных концентраций данного элемента возникают

определенные трудности. Распределение концентраций меди является весьма сложным и в ряде случаев трудно поддается однозначному объяснению. По концентрациям меди отсутствует характерная для других элементов резкая разница между застроенной и незастроенной частями городской территории. Высокие концентрации меди (Кс до 10-20, местами выше) наблюдаются как в небольших по площади аномалиях жилой зоны, так и в более выдержанных по площади аномалиях, вероятно, естественного происхождения на водоразделе рр. Подборенка и Пазелинка. Наибольшие значения Кс достигают 30 и отмечены в районе садоогородного массива «Восход», а также в районах Летнего сада и Городка Metallургов.

Ванадий образует наибольшие концентрации (Кс до 17) в районе Городка Строителей, где наблюдается и максимум бенз(а)пиренового загрязнения, что может указывать на общность источников (котельные). Подобная ситуация, но с более низкими уровнями концентраций ванадия (Кс 6-8) и бенз(а)пиренового загрязнения, имеет место в районе ул. Гагарина. Несколько небольших по площади, резко выраженных аномалий вероятно, вейстогенного характера с Кс ванадия от 8 до 12,5 отмечено на восточной окраине, в районе ул. Союзной. Повышены концентрации ванадия (Кс до 6) также вблизи Механического завода и завода «Нефтемаш».

Кадмий в количествах, превышающих предел чувствительности анализа ($10^{-4}\%$), обнаружен в нескольких десятках проб из юго-восточной и южной частей города. Соответствующие точки располагаются вблизи Механического завода, в пойме рр. Позимь, Иж, по ул. Гагарина; концентрации от 3 до 10 мг/кг (Кс от 4 до 14). Максимальная концентрация 30 мг/кг (Кс=40) обнаружена вблизи фабрики «Зангари» (западная часть города) в единичной пробе.

Марганец вследствие высокого природного фона отличается преобладанием небольших значений показателей концентраций, хотя антропогенная эмиссия этого металла в городе с развитой металлургией и металлообработкой не может не быть значительной. Наиболее высокие концентрации приурочены к поймам рр. Вожойка и Старковка (Кс до 11,5), где марганец входит в состав сложных полиэлементных гидрогенных аномалий. Значительные концентрации (Кс до 7) отмечаются также на промплощадке завода «Ижсталь» и вблизи железнодорожной станции Заводская. Техногенным аномалиям марганца лишь незначительно уступают по интенсивности (Кс 3-4) природные, приуроченные к поймам рек (Иж, Позимь), к пониженным и заболоченным участкам пригородных лесов (северная окраина города, долина р. Подборенка, побережье Ижевского пруда), что отражает высокую подвижность данного металла.

Динамика загрязнения. Для оценки скорости формирования загрязнения в центральной части города были использованы распространенные в городе искусственные грунты - привозной торф на газонах. Время экспозиции таких грунтов было определено по материалам организаций, занимающихся благоустройством. По результатам 39 рентгеноспектральных анализов, коэффициенты корреляции между продолжительностью экспозиции и показателями загрязнения составили: для свинца 0,603; для цинка 0,496; для никеля 0,372; для кобальта 0,347; для марганца - 0,058 (отсутствие связи, как и в случае титана, закономерно, т.к. обусловлено незначительностью аэрогенного привноса по сравнению с относительно высоким фоновым содержанием); для хрома 0,473; для титана 0,095; для суммарного показателя загрязнения Zс 0,600. Продолжительность времени, необходимого для аэрогенного формирования загрязнения умеренно опасного уровня, в условиях центральной части г. Ижевска составляет 20-30 лет. При этом аэрогенное загрязнение тем или иным металлом формируется тем быстрее, чем ниже его фоновое содержание и выше техногенная эмиссия.

Зависимость между продолжительностью экспозиции и уровнями загрязнения носит достаточно сложный, нелинейный характер, обусловленный неравномерностью загрязнения в разные исторические периоды. Было проведено сравнение материалов съемок 1991-92 гг. и 1996-2000 гг. При этом оказалось, что на соотношениях уровней загрязнения отдельных районов и речных пойм в начале и в конце 1990-х гг. непосредственно сказывается степень загрузки близлежащих предприятий. Так, уровень загрязнения поверхности поймы р.Позимь (расположенные в ее бассейне машиностроительные предприятия в 1990-е гг. резко сократили объемы производства) за счет надстройки новыми порциями алюминия снизился в 1,5 – 2 раза (главным образом, за счет никеля и хрома). В то же время в пойме р. Иж (загрязняемой стоками городской канализации и от ОАО «Ижсталь», где спад производства был меньше) уровень загрязнения существенных изменений не претерпел. Вторичное опробование выявленных ранее аномалий в целях их детализации в подавляющем большинстве случаев показало, что вследствие высокой механической нагрузки на

грунты города мелкие веистогенные аномалии за несколько лет утрачивают выраженность и интегрируются в общий фон.

При исследовании Устиновского района детальное изучение выявленных ранее веистогенных аномалий показало, что чрезвычайно опасные концентрации металлов образуют очень незначительные по площади (квадратные метры), резко выраженные очаги загрязнения. Они обуславливаются несанкционированным размещением высокотоксичных, малообъемных отходов от металлообрабатывающих производств. Если такие очаги своевременно не ликвидируются, в условиях города они за несколько лет постепенно растаскиваются в процессе перемешивания грунта при строительстве и земляных работах, а также колесами автомашин и ногами пешеходов, включаются в экзогенные процессы и в биогеохимический круговорот.

Бенз(а)пиреновое загрязнение изучалось только в 1991-1992 гг. 3,4 бенз(а)пирен и другие полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), являющиеся опасными канцерогенами (1 класс опасности), поступают в окружающую среду от множества источников. ПАУ, в отличие от металлов, разлагаются в почве под воздействием бактерий и ультрафиолетового солнечного излучения за период от нескольких месяцев до нескольких лет [Jones K.C. and other, 1987]. В связи с этим бенз(а)пиреновое загрязнение изучалось дважды: в 1991 и 1992 гг. Данные опробования в обоих случаях выявили высокий уровень загрязнения (Кс от 10 до 60) вблизи промплощадок заводов: Ижсталь, Ижмаш, Механический завод, Автозавод, Нефтемаш, Металлургический комплекс Ижмаша. Повышенный уровень концентраций (Кс 5-10, местами до 20) прослеживается в широкой полосе (до 1 км) вдоль ул. Удмуртская, Воткинское Шоссе, Петрова, 30 лет Победы, Азина, К.Либкнехта, Ново-Ажимова, Гагарина.

Экстремально высокое загрязнение (Кс более 100) было выявлено в 1991 г. в 3 точках: ул. 10 лет Октября, 15-я ул. Зареки, пос. Выемка. Результаты повторного опробования 1992 г. не подтвердили высокого загрязнения в районе ул. 10 лет Октября и пос. Выемка. Но в районах 14-15-й ул. Зареки, а также ул. Овражной при повторном опробовании были выявлены новые точки с экстремально высоким загрязнением (максимальное значение Кс 371, что соответствует превышению ПДК в 148,5 раз). Такая загрязненность данного района может быть объяснена сочетанием высокого общего фона, обусловленного мощными промышленными источниками, с локальными всплесками концентраций вблизи мелких предприятий и котельных.

4.4. Характеристика аэрогенного загрязнения снежного покрова г. Ижевска

Аэрогенное загрязнение снежного покрова

Снежный покров, перекрывая открытую поверхность почвы, снижает процесс естественного пылевыведения. Взвешенные частицы, находящиеся в атмосферном воздухе в период устойчивого снежного покрова, имеют преимущественно техногенное происхождение. В связи с этим, химический состав снежного покрова в значительной степени связан с его техногенным загрязнением и техногенным загрязнением атмосферного воздуха. В процессе исследования, выделение факторов химического загрязнения снега аэрогенного происхождения, осуществляется путем исключения из исследования мест отбора проб, где возможно влияние других источников поступления примесей (дороги, лесопосадки, жилые постройки). Изучение содержания в снежном покрове химических примесей в репрезентативных точках позволяет определить объем атмосферных выпадений за зимний сезон. Снег может выносить из атмосферы самые разнообразные вещества (аэрозоли, ионы, газы, радиоактивные изотопы). Поскольку снежинки и снежные хлопья оседают на поверхность земли достаточно медленно и по сравнению с дождевыми осадками покрывают большую площадь земной поверхности, они дольше находятся под влиянием загрязнённого атмосферного воздуха, следовательно, являются наилучшими индикаторами этого загрязнения [Снег..., 1986]. Именно поэтому в снежном покрове фиксируются загрязняющие вещества, которые не улавливаются прямыми инструментальными методами анализа, и вещества, содержание которых невозможно установить с помощью расчетных методик или модельных подходов [Воробьева и др., 2009], а концентрации загрязняющих веществ, накопленных в снеге, как правило, на несколько порядков выше аналогичных концентраций в атмосферном воздухе, что позволяет с высокой степенью

надежности проводить измерения их содержания [Василенко и др., 1985; Геохимия...,1990]. Сравнительный анализ результатов многолетнего контроля уровня загрязнения атмосферного воздуха и данных химического загрязнения снежного покрова позволяет получить более полный ряд данных за различные по степени осреднения временные промежутки, выделить характерные ассоциации загрязняющих веществ.

Исследования такого рода для г. Ижевска проводились в середине 1990-х гг. прошлого века В.И. Стурманом, однако за более чем двадцатилетний период времени произошли изменения пространственно-временной и компонентной структуры загрязнения атмосферного воздуха. Для других территорий, с разной степенью детальности проводились работы по изучению химического и минерально-вещественного состава снежного покрова в зарубежных городах, а так же в регионах и городах России: на Камчатке [Малик, 2010], в Благовещенске [Куимова и др., 2012; Юсупов и др., 2014], Хабаровске [Новороцкая, 2002], в Якутии [Макаров, 2014], Республике Коми [Пристова и др., 2010], Ханты-Мансийском автономном округе [Московченко и др., 2012], Свердловской области [Балгаева и др., 2012], Челябинской области [Удачин, 2012], Омске [Скрипко и др., 2013] в Алтайском крае [Хвостов, 2007; Микушин и др., 2006], Иркутской области [Оболкин и др., 2004; Скворцов и др., 2011; Янченко и др., 2013 и другие], в Казани и Республике Татарстан [Валетдинов, 2006], Удмуртской Республике [Смелов, 2004], Новгородской области [Летенкова и др., 2014], Воронеже [Негробов, 2005], Самаре [Ардаков, 2004], Саратове [Быкова, 2012], Мурманской области [Раткин и др., 2008], в Санкт-Петербурге и Ленинградской области [Зарина, 2009; Воронцова и др., 2012], в Москве [Геохимия..., 1990; Маркова, 2003; Еремина и др., 2010; Касимов и др., 2012; Еремина, 2013].

Методика исследования загрязненности атмосферного воздуха освещена в соответствующем разделе, характеризующем состояние атмосферного воздуха г. Ижевска. В качестве мест расположения пунктов отбора проб снежного покрова, были использованы точки мониторинга за загрязненностью атмосферного воздуха федеральной государственной сети (осуществляемого Удмуртским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) и точки эпизодического контроля (осуществляемого сотрудниками кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВО «УдГУ») [РД...,1991] (рис. 4.4.1).

Пробы снежного покрова отбирались из шурфов с горизонтальными размерами 15см*15см (площадь основания составила 0,225 м²) на всю мощность снежного покрова. Результаты исследований при отборе проб снега на всю мощность снегового покрова являются наиболее представительными, так как исключают последствия флуктуации направления ветра и фактор непостоянства выбросов загрязняющих веществ. Для достоверности результатов, места отбора проб располагались таким образом, чтобы исключить попадание в пробу частиц подстилающего грунта, мусора и т.д. Для этого, места отборов проб располагались на удалении от дорог, троп и других мест, где вероятно попадание примесей [Стурман..., 2003.; Методические..., 1982; Методические..., 1990; Василенко и др., 1985]. Отбор проб снега осуществлялся в конце зимы (29 марта 2016г.), для того чтобы охватить максимально больший период, но до начала снеготаяния, чтобы избежать выщелачивания растворимых компонентов [Стурман, 2003]. Начало устойчивого снеговосложения в 2015 г. пришлось на 29 октября. В среднем вес пробы варьировал от 4 до 5 кг. Отбор снега предполагает либо отдельный анализ нерастворимой и растворимой фаз, либо только его нерастворимой составляющей, которая состоит из атмосферной пыли, осаждаемой на поверхность снежного покрова. В рамках данного исследования, проводился анализ только нерастворимой фазы на предмет содержания в ней свинца (Pb), цинка (Zn), меди (Cu), никеля (Ni), кобальта (Co), железа (Fe), марганца (Mn), хрома (Cr), ванадия (V), висмута (Bi).

Процесс пробоподготовки начинается с таяния снега при комнатной температуре. Затем последовательно проводится декантация верхней части отстоянной талой воды, фильтрация нижней части снеготалой воды через беззольный фильтр типа «синяя лента», высушивание фильтра, просеивание до фракции менее 1 мм и взвешивание фильтра с осадком (рис. 4.4.2, 4.4.3). Разница в массе фильтра до и после фильтрования характеризовала массу пыли в пробе.

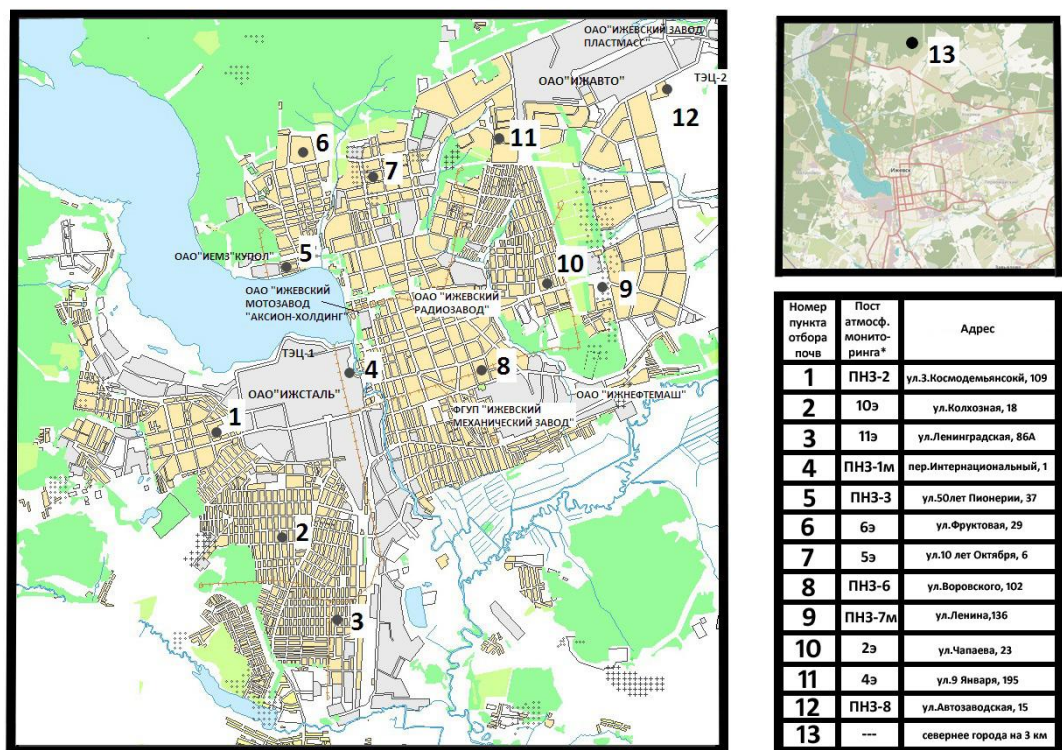


Рис. 4.4.1. Места расположения пунктов отбора проб снежного покрова (*ПНЗ-6 – стационарный пост федеральной мониторинговой сети; ПНЗ-1м - маршрутный пост федеральной мониторинговой сети; 4э – пост контроля за состоянием атмосферного воздуха, осуществляемого в рамках программы эпизодического контроля)

Обработка проб проводилась методом рентенофлюоресцентного анализа (РФА) в соответствии с действующими методиками на базе лаборатории химического анализа АУ «Управление Минприроды УР».

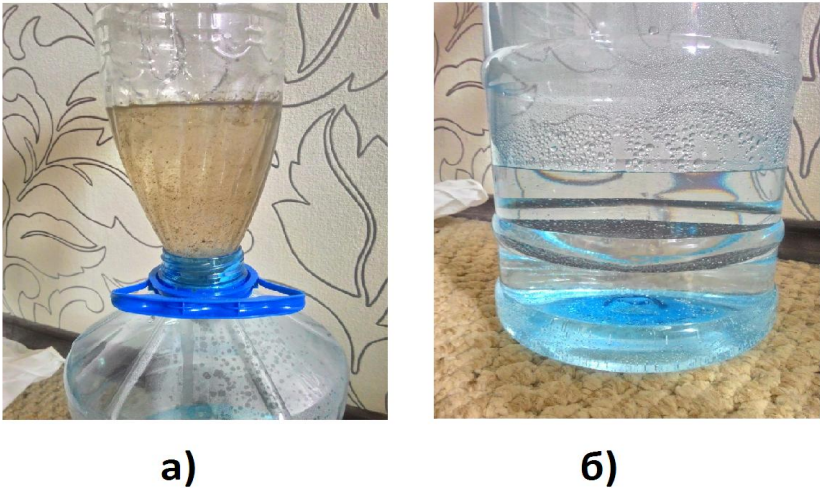


Рис. 4.4.2. Процесс фильтрации снеготалой воды: а) фильтрация нижней части снеготалой воды; б) снеготалая вода, прошедшая фильтрацию

При характеристике полученных результатов использовались следующие показатели: пылевая нагрузка; коэффициент концентрации; общая нагрузка, создаваемая поступлением в окружающую

среду элемента и коэффициент относительного увеличения нагрузки элемента; суммарный показатель загрязнения (Zс) и суммарный показатель нагрузки [Методические..., 1982; Геохимия..., 1990].

Расчет показателя **пылевой нагрузки Рп**, (мг/м²*сут) осуществлялся по формуле:

$$Pn=P / (S * t)$$

где Р - вес пыли, осажденной снегом или масса пыли в пробе твердого осадка снега (мг; кг);

S - проективная площадь осаднения или площадь шурфа (0,0225м²);

t - временной интервал в сутках между моментом опробования и датой установления устойчивого снежного покрова (155сут.)

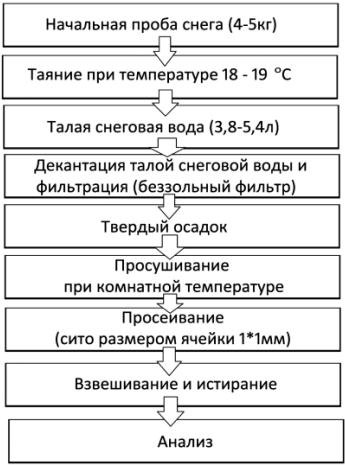


Рис. 4.4.3. Алгоритм процедуры пробоподготовки для анализа твердой фазы снеготалой воды

По результатам расчета максимальные значения абсолютных показателей пылевой нагрузки характерны для участка отбора проб расположенного в непосредственной близости от ПНЗ-6 (1600 мг/м²*сут). Повышенные значения абсолютные показатели пылевой нагрузки характерны для ПНЗ-2, ПНЗ-7, ПНЗ-8 и пунктов эпизодического контроля 6э и 11э (1083-1134 мг/м²*сут). Самые низкие значения пылевой нагрузки зафиксированы на poste мониторинговой сети ПНЗ-1, пунктах эпизодического контроля 2э, 4э и фоновой точке отбора проб (рис.4.4.4).

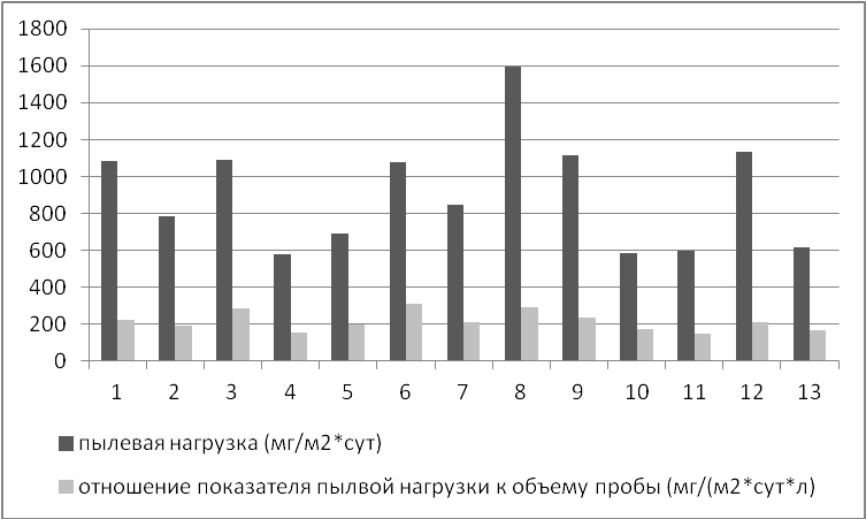


Рис. 4.4.4. Значения пылевой нагрузки

Необходимо отметить, что, несмотря на фиксированную площадь анализируемого участка снежного покрова, вес пробы варьировал от 4 до 5 кг, а объем снеготалой воды от 3,8 до 5,4 л. Различия в объеме и весе пробы связаны с неоднородными условиями отложения снежных масс, формированием переметов. Таким образом, более правильным будет определение степени пылевой нагрузки с учетом веса или объема пробы. Анализ полученных результатов пылевой нагрузки с учетом объема пробы снежного покрова показал меньший разброс значений показателя. Максимальные значения зафиксированы на участках, расположенных в непосредственной близости от ПНЗ-6, пунктов эпизодического контроля 6э и 11э (287-311 мг/м²*сут*л). Повышенные значения относительного показателя пылевой нагрузки отмечаются на постах федеральной мониторинговой сети ПНЗ-2, ПНЗ-3, ПНЗ-7, ПНЗ-8 и пунктов эпизодического контроля 5э и 10э (191-237 мг/м²*сут*л.). Наименьшие значения, как и ранее приходится на участки обора проб снега вблизи поста мониторинговой сети ПНЗ-1, пункты эпизодического контроля 2э, 4э и фоновую точку отбора проб.

Определение **коэффициент концентрации (Кс)** осуществляется по формуле:

$$Kc = C / Cф,$$

где С - содержание элемента в исследуемом объекте;

Сф - фоновое содержание элемента.

В качестве фонового содержания элемента в исследуемом объекте, были взяты значения концентраций элемента, полученные в пункте отбора проб №13. Необходимо отметить, что для всех проб (включая фоновую), наибольшие концентрации характерны для железа. Техногенным источником его поступления в атмосферный воздух является деятельность металлургического предприятия ОАО «Ижсталь», что подтверждается результатами анализа проб снежного покрова. Наибольшие значения коэффициента концентрации для железа (0,0026) характерны для пункта отбора проб, расположенного в непосредственной близости от границы предприятия (ПНЗ-1) (рис. 4.4.5). Относительно высокие значения так же отмечаются вблизи поста мониторинга ПНЗ-3, пунктов эпизодического контроля 5э и 4э.

С учетом преобладающего направления ветра (юго-западное) повышенное содержание железа в пробах снега в данных пунктах, так же объяснимо аэрогенным переносом примеси от центральной промзоны (ОАО «Ижсталь»). Еще меньшими значениями характеризуются посты ПНЗ-6 и 6э, находящиеся на периферии основного потока воздушных масс, переносящих примеси от источника воздействия. Для остальных точек значение коэффициента концентраций убывают пропорционально расстоянию от оси преобладающего юго-западного переноса загрязняющих веществ от «ОАО «Ижсталь» (рис. 4.4.6).

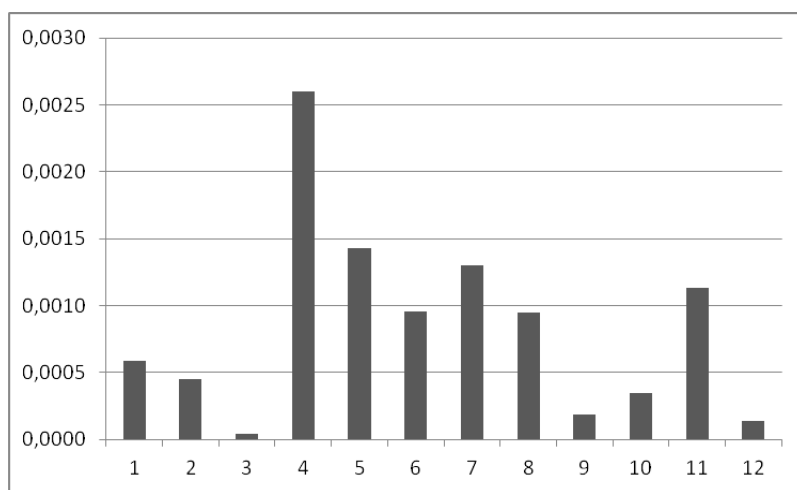


Рис. 4.4.5. Значения коэффициента концентрации железа в снежном покрове

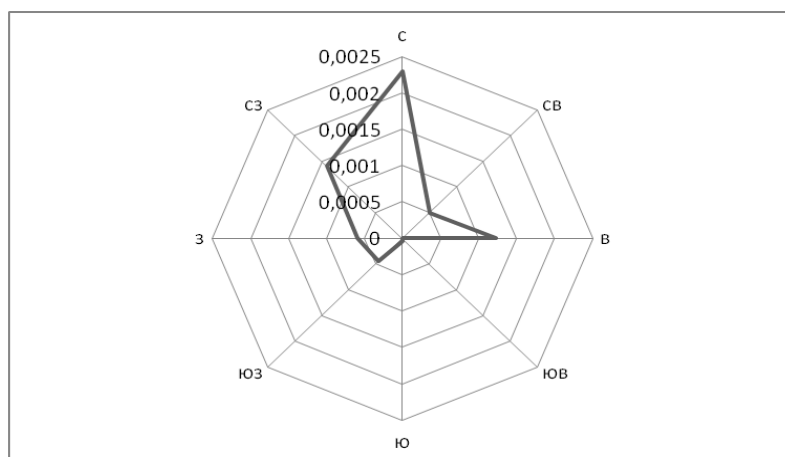


Рис. 4.4.6. Распределение средних значений коэффициентов концентраций железа в снежном покрове по сторонам света относительно центральной промышленной зоны

Присутствие в снежной пробе свинца было зафиксировано вблизи постов федеральной мониторинговой сети ПНЗ-1, ПНЗ-6 (рис. 4.4.7). В предыдущие десятилетия основным источником поступления свинца в атмосферный воздух был автотранспорт. Впоследствии, тетраэтилсвинец был исключен из использования в качестве топливной присадки, и ведущая роль в загрязнении атмосферного воздуха данным поллютантом перешла к металлургическим предприятиям и котельным, работающим на угле. Посты ПНЗ-1 и ПНЗ-6 расположены в непосредственной близости от крупных промышленных предприятий ОАО «Ижсталь» и ФГУП «Ижевский механический завод», что подтверждает данное утверждение.

Медь в снеговых пробах была обнаружена лишь на одном пункте, расположенном вблизи поста эпизодического контроля 4э. На данном этапе исследований, определить источники поступления меди в снеговую пробу затруднительно. Для определения источников поступления меди в снег в данном районе необходима пространственная детализация в изучении снежного покрова.

Анализ значений коэффициентов концентраций цинка, марганца и хрома показал, что данные примеси в относительно высоких концентрациях обнаружены на пунктах отбора проб, расположенных вблизи постов федеральной мониторинговой сети ПНЗ-1, ПНЗ-2, ПНЗ-3, ПНЗ-6, пунктов эпизодического контроля 4э и 5э (рис.4.4.8). Высокие значения коэффициента концентрации цинка отмечены вблизи поста ПНЗ-1 и ПНЗ-3; хрома - ПНЗ-1, ПНЗ-3, ПНЗ-6; марганца – вблизи ПНЗ-1. В пространственном отношении пункты, на которых были получены относительно высокие значения коэффициентов концентрации Zn, Mn и Cr располагаются в непосредственной близости от следующих предприятий: ОАО «Ижсталь», ОАО «ИЕМЗ »Жупол» и ФГУП «Ижевский механический завод».

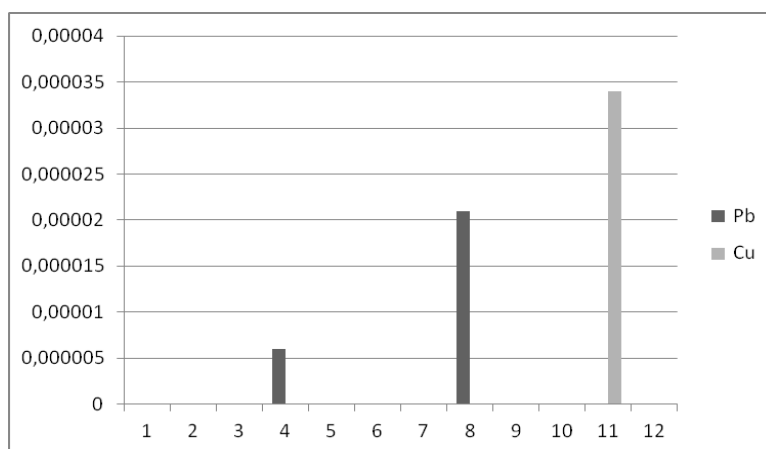


Рис. 4.4.7. Значения коэффициента концентрации свинца и меди в снежном покрове

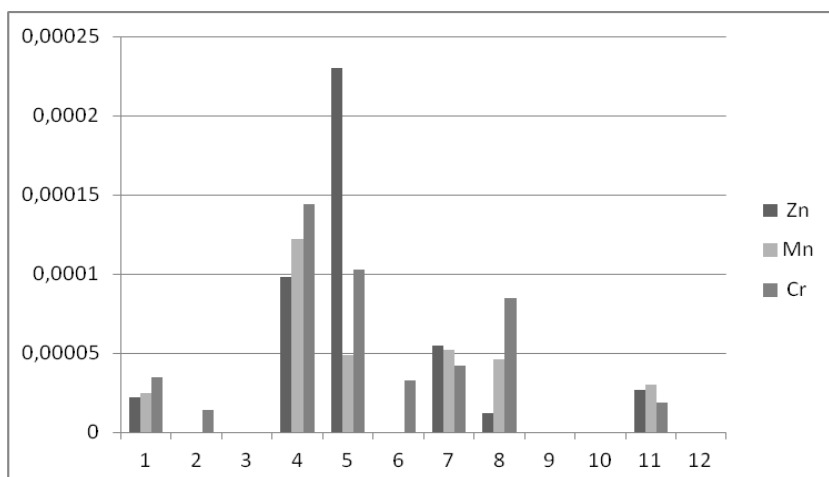


Рис. 4.4.8. Значения коэффициента концентрации цинка, марганца и хрома в снежном покрове

В рамках используемого метода РФА, присутствие в снеговых пробах Ni, Co, V и Bi обнаружено не было. В целом распределение концентраций металлов по пунктам отбора снеговых проб имеет следующий вид:

ПНЗ-1, ПНЗ-6 - Fe>Cr>Mn>Zn>Pb;

ПНЗ-2 - Fe>Cr>Mn>Zn;

ПНЗ-3 - Fe>Zn>Cr>Mn ;

4э - Fe>Cu>Mn>Zn>Cr;

5э - Fe>Zn>Mn>Cr.

Суммарный показатель загрязнения (Zc) рассчитывался по формуле:

$$Zc = \sum Kc - (n - 1),$$

где n – число учитываемых аномальных элементов с Kc больше 1.

Максимальное значение суммарного показателя загрязнения было получено для точки отбора, расположенной вблизи ПНЗ-1. Повышенные значения суммарного показателя характерны для постов ПНЗ-3, ПНЗ-6, 4э и 5э. Наименьшие значения зафиксированы вблизи постов ПНЗ-7, ПНЗ-6, 2э и 11э (рис. 4.4.9). Таким, образом, зоны высоких значений суммарного показателя загрязнения в целом повторяет зону высоких значений концентраций железа, и характеризует воздействие на атмосферный воздух выбросов предприятий центральной промышленной зоны, а так же ОАО «ИЕМЗ»Купол» и ФГУП «Ижевский механический завод».

Суммарный показатель нагрузки рассчитывался по формуле:

$$Zp = \sum Kp - (n - 1),$$

где n – число учитываемых аномальных элементов Kp больше 1;

Kp – коэффициент относительного увеличения общей нагрузки элемента.

Коэффициент относительного увеличения общей нагрузки элемента определялся по формулам:

$$Kp = P_{общ} / Pф,$$

$$Pф = Cф \times P_{нф},$$

$$P_{общ} = C \times P_n,$$

где Cф – фоновое содержание исследуемого элемента;

Pнф – фоновая пылевая нагрузка;

Pф – фоновая нагрузка исследуемого элемента (мг/км² х сут).

Робщ. - общая нагрузка, создаваемая поступлением химического элемента в окружающую среду ($\text{мг/км}^2 \times \text{сут}$)
 Рп – пылевая нагрузка ($\text{мг/км}^2 \times \text{сут}$).

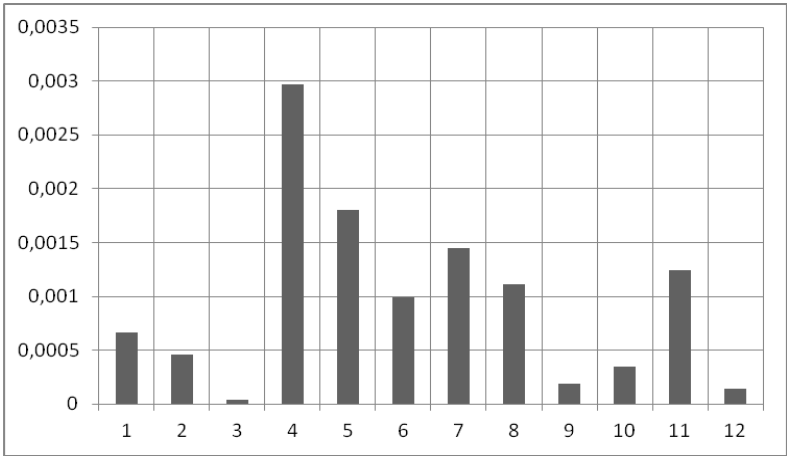


Рис. 4.4.9. Значения суммарного показателя загрязнения снежного покрова

Распределение значений суммарного показателя нагрузки (рис. 4.4.10) несколько отличается от суммарного показателя загрязнения. Максимальные значения данного показателя приурочены к ПНЗ-1, ПНЗ-6. Повышенные значения характерны для ПНЗ-3, пунктов эпизодического контроля 5э и 6э.

Корреляционный анализ значений суммарного показателя загрязнения снежного покрова, а так же суммарного показателя нагрузки на снежный покров и комплексного индекса загрязнения атмосферы (КИЗА) показал связь средней степени тесноты (табл. 4.4.1).

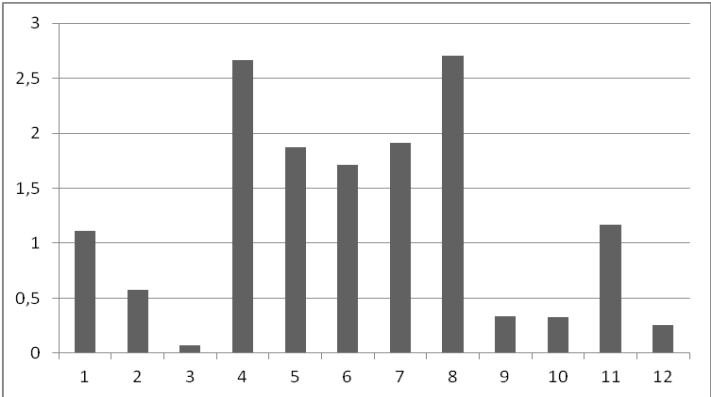


Рис. 4.4.10. Значения суммарного показателя нагрузки на снежный покров

Средней степени тесноты корреляционная связь была между значениями КИЗА и концентрациями в снежном покрове цинка, железа, марганца, хрома. В тоже время, корреляционная связь средней тесноты была зафиксирована между концентрацией диоксида азота в атмосферном воздухе и концентрацией марганца в снежном покрове. Умеренной тесноты корреляционная связь была получена между концентрацией диоксида азота в атмосфере и концентрациями цинка и хрома в снеге, концентрацией оксида углерода и цинка (соответственно), концентрацией формальдегида и цинка.

Таким образом, на основании проведенного исследования, можно сформулировать ряд выводов:

1. Наиболее контрастные ореолы пылевого загрязнения территории в г. Ижевске сформированы воздействием стационарных источников центральной промышленной зоны;

Табл. 4.4.1

Степень тесноты корреляционной связи между показателями загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова

		показатели загрязнения атмосферного воздуха			
		КИЗА	концентрация CO	концентрация NO2	концентрация HCON
показатели загрязнения снежного покрова	Zp	0,60	0,11	0,32	0,29
	Zn	0,68	0,18	0,48	0,18
	Kp Pb	0,11	-0,33	0,30	-0,17
	Kp Zn	0,63	0,49	0,15	0,45
	Kp Cu	-0,28	-0,14	-0,02	-0,28
	Kp Fe	0,59	0,11	0,30	0,29
	Kp Mn	0,50	-0,13	0,56	-0,06
	Kp Cr	0,60	-0,03	0,41	0,19

2. Пространственная конфигурация ореолов пылевого загрязнения территории г. Ижевска повторяет структуру полей концентраций железа. При этом наиболее контрастные ореолы вытянуты в северном и северо-восточном направлении от центральной промышленной зоны;

3. На данном этапе исследования обнаружена корреляционная связь средней степени тесноты между комплексными показателями загрязненности атмосферного воздуха и снежного покрова;

4. Для выявления достоверной связи между загрязнением атмосферного воздуха и снежного покрова, а так же выявления ассоциаций газообразных и твердых атмосферных поллютантов, в дальнейшем необходимо увеличение количества постов мониторинга за состоянием атмосферного воздуха, осуществляемого по программе постоянного и эпизодического контроля, и увеличение количества пунктов отбора проб снежного покрова.

5. Современное состояние растительного покрова и его охрана

5.1. Характеристика бриофлоры города Ижевска

Мохообразные являются неотъемлемым компонентом растительного покрова. Они могут играть существенную роль в сложении растительных сообществ, а местами определяют общий облик ландшафта. Кроме того, бриофиты обладают способностью к биологической аккумуляции различных атмосферных загрязнений. Многие из них чутко реагируют на увеличение антропогенного пресса и становятся все более редкими в зонах крупных городов. В связи с этим интерес к изучению городских бриофлор (урбанобриофлор) все более возрастает.

История изучения моховидных города Ижевска. До 2000 года исследований, посвященных подробному изучению бриофлоры Ижевска, не проводилось. Моховидные Ижевска изучались параллельно с изучением бриофлоры Удмуртии в целом.

Первое упоминание о моховидных города Ижевска можно найти в работе Л.Н. Васильевой [Васильева, 1930]. Ею в 1927 году были произведены гербарные сборы мхов в окрестностях Ижевска, на основании которых составлен список из 13 видов мхов (3 вида сфагновых и 10 зеленых).

В период с 1963 по 1980 гг. Н.В. Ложкиной проведены исследования бриофлоры Удмуртии. Параллельно производились гербарные сборы бриофитов в окрестностях Ижевска, на основании которых была написана статья «Печеночные мхи окрестностей г. Ижевск» [Ложкина, 1967]. В данной статье упоминается 20 видов печеночников. Кроме того Н.В. Ложкиной изучались антропогенные местообитания моховидных – «гари, кострища, вырубки, выгоны, сорные места, заброшенные огороды, обнажения торфа» [Ложкина, 1977].

В 1998 году студенткой кафедры общей экологии УдГУ Н.В. Глазыриной была написана дипломная работа по теме «Трансформация бриофлоры в условиях нефтяного загрязнения и рекреации» [Редкие..., 2011]. В этой работе приводится список моховидных из 59 видов, собранных в пойме реки Подборенка.

Таким образом, к 2000 г. бриофлора Ижевска насчитывала (по литературным данным) 125 видов, из них печеночников – 29, сфагновых - 7 и зеленых мхов - 89.

С 2000 года нами начали проводиться планомерные исследования бриофлоры г. Ижевска, которые продолжают до настоящего времени. Были исследованы территории городской застройки, скверы и парки отдыха и другие типы местообитаний, расположенные в черте г. Ижевска. Проведены сборы и изучены особенности бриофлор планируемых республиканских и местных ООПТ г. Ижевска.

Таксономическая структура бриофлоры г. Ижевска. Бриофлора г. Ижевска насчитывает 37 видов, 25 родов и 17 семейств печеночных мхов и 152 вида, 73 рода и 29 семейств листостебельных мхов. Таким образом, к настоящему времени бриофлора Ижевска насчитывает 189 видов мохообразных. Из них новыми для бриофлоры Ижевска являются 64 вида. Кроме того, 5 видов мохообразных, обнаруженных на территории г. Ижевска, занесены в Красную книгу Удмуртской Республики [Красная..., 2012]. Для 20 видов мохообразных отмечены новые местонахождения.

18 видов отмечены только на территории г. Ижевска, среди них наиболее интересны 5 видов мохообразных (*Tortula cernua* (Huebener) Lindb., *Grimmia ovalis* (Hedw.) Lindb., *Trematodon ambiguus* (Hedw.) Hornsch., *Hygrohypnum luridum* (Hedw.) Jenn., *Herzogiella turfacea* (Lindb.) Z. Iwats.). Находки этих видов интересны и для бриофлоры России в целом, так как расширили знания по их распространению и экологии.

Так, тортула поникшая (*Tortula cernua*) – это мезоксерофитный, гелиофитный вид с арктическим распространением. По данным М.С. Игнатова [Игнатов, Игнатова, 2003], имеет достаточно широкое распространение по всей Голарктике, но встречается преимущественно в горных районах. На территории средней части европейской России известен был лишь по единственной находке из Новгородской области. Вид является кальцефилом и предпочитает поселяться на известняках или субстратах с высоким содержанием кальция. На территории г. Ижевска вид известен из 1 местонахождения с насыпи железной дороги. Популяция вида небольшая, чистая с большим количеством спорогонов, поселялась на крупном куске щебня.

Гриммия овальная (*Grimmia ovalis*) – ксерофитный, гелиофитный, ацидонейтрофильный вид, является циркумполярным и бореальным бриофитом. Гриммия овальная достаточно широко распространена в Европе и аридных районах Азии, известна из Северной Африки, Северной и

Центральной Америки. В России отмечены единичные находки в Ленинградской, Псковской, Свердловской, Воронежской и Волгоградской областях, Республике Башкортостан и Пермском крае, где вид обитал в сухих местах на камнях преимущественно кислых пород [Игнатов, Игнатова, 2003]. На территории г. Ижевска гриммиа овальная обнаружена на шлакоотвалах, на бетонной плите.

Трематодон сомнительный (*Trematodon ambiguus*) – мезогигрофитный, сциофитный, нейтрофильный вид. Циркумполярный, неморальный бриофит. Вид имеет дизъюнктивный ареал в Евразии, для Северной Америки характерен только для восточной части. Для России трематодон сомнительный обычен в западной части подзоны южной тайги [Игнатов, Игнатова, 2003]. Вид поселяется на переувлажненных участках нарушенной почвы, часто глинистой. В г. Ижевске отмечен дважды на обочине дороги, по краю долгостоящей лужи.

Гигрогипнум грязно-желтый (*Hygrohypnum luridum*) – гигрофитный, гелиосциофитный и нейтрофильный вид. Широко распространенный голарктический вид. Встречается от Арктики до Средиземного моря, известен из Турции, Ирана, Гималаев, Китая, Новой Гвинеи. На территории России гигрогипнум грязно-желтый часто встречается в пределах лесной зоны, более обычен в районах распространения известняков. Обитает на сырых камнях по берегам рек и ручьев. В г. Ижевске отмечен дважды по берегу Ижевского пруда на крупных валунах и бетоне набережной.

Герцогиелла торфяная (*Herzogiella turfacea*) является гигрофитным, сциофитным, ацидонейтрофильным видом. По данным М.С. Игнатова [Игнатов, Игнатова, 2003], это циркумполярный бриофит со спорадическим распространением. Герцогиелла торфяная встречается в Скандинавии, странах Балтии, Карелии, Сибири, на Дальнем Востоке, в Китае, Корее, Японии и Северной Америке. В средней полосе Европейской России приурочен к подзонам средней и южной тайги. Герцогиелла торфяная обитает на сильно разложившемся валежнике, торфянистой почве, в местообитаниях с избыточным увлажнением. В г. Ижевске все находки отмечены в северной части города, по берегу Ижевского пруда.

В бриофлоре г. Ижевска 10 ведущих по числу видов семейств мохообразных объединяют 101 вид мохообразных (53,4% от общего числа видов в бриофлоре) (табл. 5.1.1). Ведущими по числу видов являются семейства Amblystegiaceae (18 видов; 9,5% от общего числа бриофитов), Brachytheciaceae (16; 8,5%), Dicranaceae (14; 7,4%), Bryaceae (12; 6,4%), Mniaceae (11; 5,8%). Ведущая роль семейств Amblystegiaceae, Brachytheciaceae, Bryaceae в бриофлоре Ижевска отражает приуроченность изучаемого района к бореальной зоне. Эта особенность отмечается и другими авторами [Борисенко, 2001]. В отличие от бриофлоры Удмуртской Республики (табл. 5.1.1), семейство Sphagnaceae занимает в списке ведущих последнее место. На территории города болотные фитоценозы занимают небольшую площадь, поэтому разнообразие сфагновых мхов невелико. При этом большую роль в составе бриофлоры города играют бриофиты из семейств Bryaceae и Brachytheciaceae, имеющие достаточно широкую экологическую валентность и способные поселяться на различных типах субстратов.

Таблица 5.1.1

Сравнение ведущих семейств в бриофлоре республики в целом и в бриофлоре г. Ижевска

Название семейства	Удмуртия		г. Ижевск	
	Число видов	Ранг	Число видов	Ранг
Sphagnaceae	19	1	3	10
Amblystegiaceae	18	2	18	1
Dicranaceae	17	3	14	3
Brachytheciaceae	15	4-5	16	2
Scapaniaceae	15	4-5	9	6-7
Bryaceae	13	6-7	12	4
Mniaceae	13	6-7	11	5
Polytrichaceae	9	8-9	5	8
Pottiaceae	9	8-9	9	6-7
Pyraliaceae	7	10	4	9
Итого	135		101	

По количеству видов наиболее богаты роды Brachythecium (табл. 5.1.2), Bryum, Sphagnum, Plagiomnium, Dicranum. Они объединяют почти 23% от общего числа видов.

Географическая структура бриофлоры г. Ижевск. При изучении бриофлоры как исторически сложившегося территориально обособленного флористического комплекса неотъемлемой частью является выявление географической структуры.

Таблица 5.1.2

Ведущие по числу видов роды в бриофлоре г. Ижевска		
Название родов	Количество видов	
	Абсолютное	%
BRACHYTHECIUM	11	5,8
Bryum	10	5,3
Sphagnum	9	4,8
Plagiomnium	7	3,7
Dicranum	6	3,2
Итого	43	22,8

В сложении бриофлоры Ижевска главную роль играет бореальный элемент (рис. 5.1.1). Его составляют виды, характерные для таежной зоны (*Sphagnum teres* (Schimp.) Angstr., *Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb., *Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) Bruch et al.). Преобладание в бриофлоре Ижевска бореального элемента является показателем ее бореального характера. Положение рассматриваемой территории на стыке двух природных зон определяет заметный вклад гемибореального (*Hygroamblystegium varium* (Hedw.) Mönk., *Brachythecium salebrosum* (F. Weber & D. Mohr.) Bruch et al., *Callicladium haldanianum* (Grev.) H.A. Crum) и неморального (*Thuidium delicatulum* (Hedw.) Bruch et al., *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T.J. Kop., *Homalia trichomanoides* (Hedw.) Bruch et al.) элементов. Удаленные от изучаемой территории арктические и гипоарктические флоры представлены небольшим числом видов (*Drepanocladus polygamus* (Bruch et al.) Hedenäs, *Dicranum spadiceum* J.E.Zetterst.). Аридный элемент представлен 1 видом (*Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr), который встречается в засушливых местообитаниях.

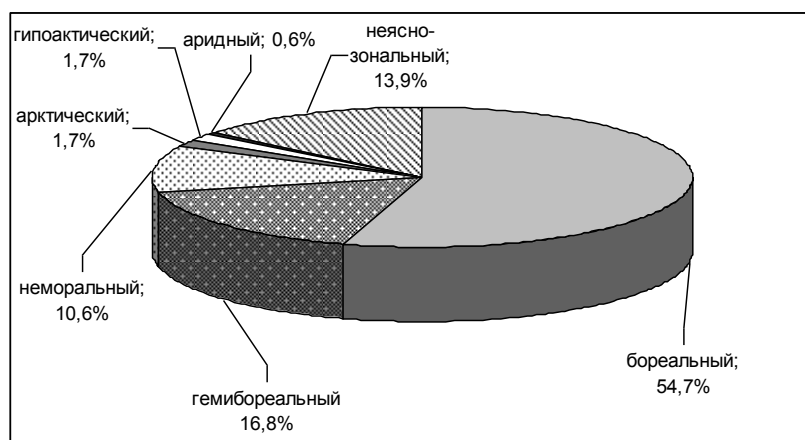


Рис. 5.1.1. Зонально-генетические элементы в бриофлоре г. Ижевска

При проведении ареалогического анализа было установлено, что в бриофлоре Ижевска (как и в других бореальных бриофлорах) преобладают широко распространенные виды. Главную роль играют виды с циркумполярным типом ареала (рис. 5.1.2). Также присутствуют биполярные, космополитные, евроазиатские виды бриофитов.

При проведении сопряженного анализа зонально-генетической принадлежности видов и их типов ареалов было определено географически активное ядро бриофлоры г. Ижевска, которое составляют бореальные виды циркумполярного и биполярного распространения.

Экологическая структура бриофлоры города. Экологический анализ проведен по приуроченности бриофитов к определенным типам субстратов и гидрологическому режиму.

По отношению к субстрату среди моховидных выделено 6 групп: 4 основных (эпифитные, эпиксильные, эпигейные и эпилитные мхи) и 2 дополнительных (мхи искусственных органических субстратов и обугленной органической массы). Основные экологические группы бриофитов характеризуются определенным видовым составом. Дополнительные экологические группы бриофитов выделены в связи с поселением ряда видов мохообразных на интересных, с нашей точки зрения, субстратах (рис. 5.1.3).

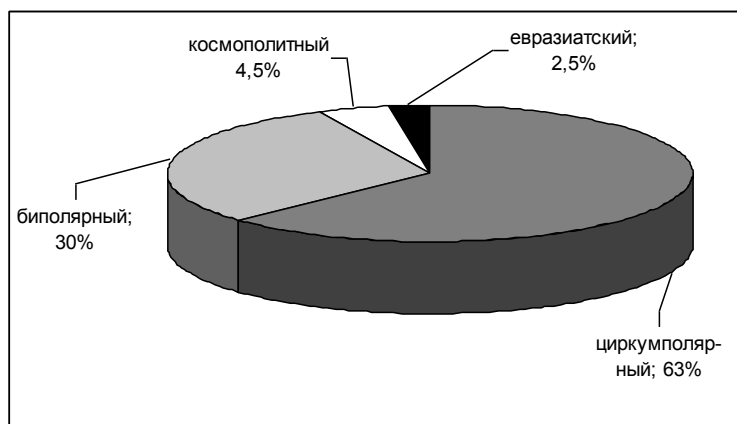


Рис. 5.1.2. Бриофиты с различным типом ареала в бриофлоре г. Ижевска

Группа эпифитов характеризуется бедностью видового состава и массовостью развития (19 видов). Мхи-эпифиты предпочитают поселяться на листовенных породах деревьев, таких как липа, осина, береза, тополь. При этом эпифитные мхи формируют коврики (синузии), обычно состоящие из 3-6 (реже 10) видов мохообразных. На хвойных породах, таких как ель, сосна, пихта, эпифитные мхи поселяются реже.

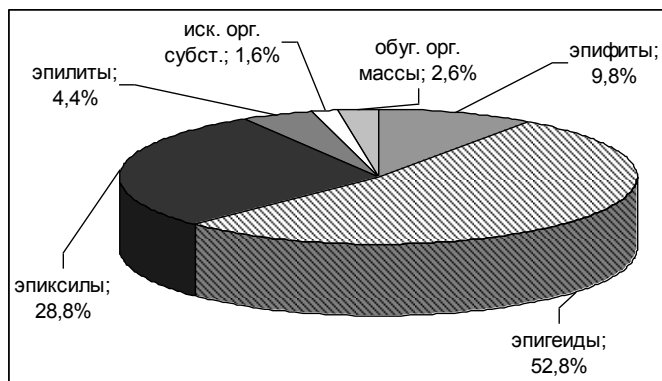


Рис. 5.1.3. Субстратные группы моховидных в бриофлоре г. Ижевска

Примечание: **иск. орг. субст.** – бриофиты искусственных органических субстратов, **обуг. орг. массы** – бриофиты обугленной органической массы

В большинстве случаев они формируют небольшие группировки на выступающих корнях, в основании ствола и редко поднимаются по стволу выше 60 см. По высоте произрастания можно выделить 2 группы эпифитных мхов: комлевые эпифиты и собственно эпифиты. Разделяющая их граница определяется зимой средней высотой снежного покрова, а летом – высотой поднятия влаги по стволу. Выше этой границы (выше 60 см) произрастают собственно эпифиты. Комлевые эпифиты встречаются на высоте от 0 до 60 см. К ним относятся различные виды рода *Plagiomnium* (*Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T.J. Kop., *Plagiomnium medium* (Bruch et al.) T.J. Kop.), *Brachythecium salebrosum*, *Lophocolea heterophylla* (Schrader) Dumort., *Plagiothecium laetum* Bruch et al., *P. denticulatum*. Как примесь к ним встречаются мхи напочвенного покрова: *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. Выше их обычно сменяют облигатные эпифиты: *Homalia trichomanoides*, *Neckera pennata* Hedw., *Radula complanata* Dumort., *Orthotrichum speciosum* Nees.

Эпифитные мхи на вертикальных стволах деревьев поднимаются до высоты 2-3 м, а на наклоненных – до 8-10 м. Главным фактором, определяющим степень развития мхов-эпифитов, является влажность воздуха [Ложкина, 1970; Симонов, Маник 1987; Рыковский, 1989].

Эпифитные мхи имеют некоторые особенности, позволяющие им улавливать атмосферную влагу [Еленкин, 1925] и солнечный свет. Так, для улавливания атмосферной влаги эпифитам служат следующие приспособления [Ложкина, 1970]:

1) перистоветвистые стебли с обильными ризоидами, как у *Leskea polycarpa* Hedw., *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Bruch et al.;

2) волнистые или складчатые с отвороченными краями листья (*Homalia trichomanoides*, *Neckera pennata*);

3) папиллозные клетки, сережчато- и почкообразнооблиственные побеги (*Orthotrichum obtusifolium* Brid.).

Основным приспособлением к световому режиму считается форма роста. Так, большинство эпифитных мхов светолюбивы и относится к акрокарпным видам с ортотропным ростом (*Dicranum montanum*, *Orthotrichum speciosum*, *O. obtusifolium*), верхушки стебельков которых освещаются солнечными лучами, а остальные части побегов находятся в значительно затененных условиях. У плеврокарпных, тенелюбивых мхов характерной особенностью роста является рост в длину с плоскими, горизонтальными побегами с двурядным расположением листьев (*Neckera pennata*, *Homalia trichomanoides*). Кроме того, среди эпифитов почти отсутствуют виды, имеющие крупные размеры [Бардунов, 1992].

Группа эпигейных бриофитов наиболее многочисленна, богата видами и насчитывает 100 видов (52,8%). Моховидные данной группы играют значительную роль в лесопарках, парках и лесах. Так, по данным Л. В. Бардунова [Бардунов, 1984], моховой покров в лесу снижает размах и скорость колебаний температуры, влажности, освещенности и, таким образом, улучшаются условия для прорастания семян, а также для роста молодых растений.

Обычно общее проективное покрытие напочвенных мхов составляет не более 30-40%. Все эпигейные мхи приурочены к мезогигрофитным условиям [Ложкина, 1970].

Наиболее густой моховой покров формируется в хвойных или смешанных лесах с малой долей лиственных пород. Вероятно, это можно объяснить меньшим развитием лесной подстилки, которая образуется из опадающих листьев, ветвей, стеблей трав [Ложкина, 1970; Косачева, 1989; Бардунов, 1992].

Нередко напочвенные мхи поселяются в основании стволов деревьев, например *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium* Hedw. У самого основания стволов и выступающих корней скапливается много гумуса. Кроме того, подобная миграция некоторых видов мхов определяется, главным образом, вытаптыванием участков леса отдыхающими горожанами. При этом очевидно, что в лесах с малой рекреационной нагрузкой моховой покров лучше развит, нежели в парках и скверах (т.е. в местах, наиболее часто посещаемых людьми). Чутко реагирующий на повреждения моховой покров восстанавливается крайне медленно. По данным О.В. Ребристой [Ребристая, 1993] восстановление происходит за счет оставшейся части дернинки, молодых веточек. Легче всего восстанавливаются дерновинки таких мхов как *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al.

Все эпигейные мхи разделены нами на 3 подгруппы: 1) бриофиты обнаженной неуплотненной почвы, 2) бриофиты уплотненной почвы, 3) бриофиты задернованной почвы.

Бриофиты обнаженной неуплотненной почвы произрастают на стенках оврагов, берегах лесных ручьев, в канавах, карьерах. На естественных обнажениях предпочитают поселяться такие виды как *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv., *A. flavisetum* Mitt., *Conocephalum conicum* (L.) Dumort., *Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T.J. Кор. Типичными обитателями антропогенно нарушенных территорий являются *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P. Gaertn., B. Mey & Scherb., *Polytrichum piliferum* Hedw.

Бриофиты уплотненной почвы поселяются на дорогах, пустырях, тропинках. Данная группа может рассматриваться как разновидность антропогенно нарушенных местообитаний. Уплотненность почвы является неотъемлемым признаком городской среды. Представители этой группы – в основном верхоплодные космополитные мхи: *Bryum caespitium* Hedw., *B. argenteum* Hedw., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. Из бокоплодных мхов можно назвать *Eurhynchiastrum pulchellum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen.

Бриофиты задернованной почвы – наиболее характерная группа для лесов, лесопарков, лугов. Представителями являются виды родов *Plagiomnium* (*P. medium*, *P. cuspidatum*) и *Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout.

Группа эпиксильных бриофитов находится на втором месте по количеству видов – 54 вида (28,8%) (рис. 5.3.3). Представители данной группы заселяют валежник, колодник, старые крыши, заборы. Видовой состав может меняться в зависимости от степени разложения древесины. На начальных этапах разложения древесины продолжают расти эпифитные мхи и комлевые эпифиты. По мере дальнейшего разложения они сменяются эпигейными мхами. Сильно разложившаяся древесина

имеет ограниченное число видов, в основном представленных облигатными эпиксилами. Таковыми являются *Riccardia latifrons* (Lindb.) Lindb., *Tetraphis pellucida* Hedw., *Campylidium sommerfeltii* (Myrin) Ochyra.

Эпилиты (8 видов; 4,4%) поселяются на каменистых субстратах. В основном, это камни «антропогенного» происхождения: шлаковые камни, кирпичи (отдельные кирпичи и кирпичи в стенах домов), бетонные плиты, столбы. Некоторые виды (*Barbula convoluta* Hedw., *B. unguiculata* Hedw., *Didymodon fallax* (Hedw.) R.H. Zander) поселяются на асфальте. Другие (*Tortula muralis* Hedw., *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch et al., *Grimmia ovalis*) встречаются на бетонных столбах и плитах. Изредка на камнях встречаются эпифитные мхи – *Pylaisia polyantha*, *Orthotrichum obtusifolium*.

Моховидные искусственных органических субстратов (3 вида; 1,6%) поселяются на продуктах хозяйственной деятельности человека (резиновые изделия: обувь, автомобильные покрышки), которые в изобилии встречаются как в пределах города, так и в его окрестностях. Также мохообразные поселяются на резиновом уплотнителе между рамами в общественном городском транспорте. На таких субстратах встречаются *Brachythecium salebrosum*, *Pohlia nutans* и *Bryum caespiticum*.

Моховидные обугленной органической массы (5 видов; 2,6%) поселяются на обугленной почве, образовавшейся на местах кострищ и пожаров; на древесном угле и обугленной древесине. Чаще всего на таком субстрате встречаются *Bryum caespiticum*, *Funaria hygrometrica* Hedw., *Marchantia polymorpha* L., реже – *Pohlia nutans* и *Barbula convoluta*.

Важнейшим экологическим фактором, лимитирующим распространение и определяющим жизнедеятельность моховидных, является водный режим местообитания. По этому признаку мы выделяем 4 группы моховидных: гидрофиты, гигрофиты, мезофиты, ксерофиты (рис. 5.1.4).

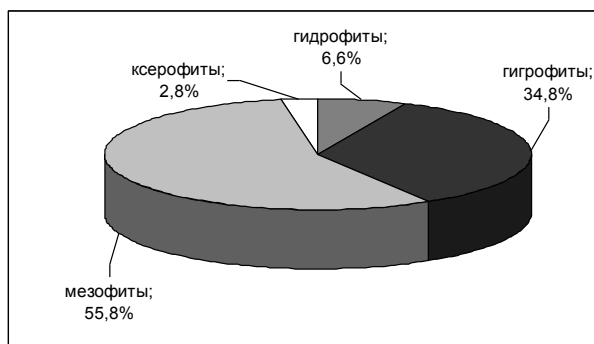


Рис. 5.1.4. Экологические группы бриофитов по отношению к влажности

Гидрофиты – бриофиты, часто погруженные в воду или плавающие на поверхности (*Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *Riccia fluitans* L., *Fontinalis antipyretica* Hedw.). Гидрофиты обитают по берегам рек, лесных ручьев, в канавах с водой, около долгостоящих луж. Дерновинки их прикрепляются к подводным субстратам, стебли часто плавают. Для гидрофитов характерны широкие, челновидные, длинные узколанцетные или линейно-ланцетные листья, у некоторых развито спинное крыло на листе. Группа насчитывает 12 видов (6,6% от общего числа видов).

Гигрофитные бриофиты, погруженные в воду на $\frac{1}{3}$ или менее, обитают на мокрых почвах, переувлажненных субстратах, влажных лугах и в других избыточно увлажненных местах. Группа насчитывает 66 видов (34,8%). Для представителей этой группы характерны большие размеры растений, крупные листья, сильно развитые ризоиды и парафилии (*Aulacomnium palustre*, *Plagiomnium cuspidatum*).

Мезофиты – бриофиты, обитающие в средних условиях увлажнения почв и влажности атмосферы, например, на опушках лесов, на лугах (105 видов; 55,8%). Основная часть бриофлоры города представлена мезофитными видами (*Dicranum fuscescens* Turner, *Radula complanata* и др.).

Ксерофитные мохообразные приспособлены к жизни в условиях недостаточного водоснабжения. Они имеют ряд особенностей для лучшего улавливания и быстрого поглощения влаги: бесцветные волоски на листьях (*Polytrichum piliferum*, *Syntrichia ruralis*), бесцветные сухие листья (*Bryum argenteum*).

Эколого-фитоценотическое зонирование г. Ижевска (на примере бриофлоры). При исследовании бриофлоры города обращает на себя внимание неоднородность городской среды. В зависимости от степени антропогенной трансформации ее можно подразделить на 4 типа городских экотопов. Анализ каждого экотопа проводился по следующим параметрам: степень антропогенной трансформации, характер растительного и почвенного покрова, видовое разнообразие моховидных, представленные субстратные группы.

1. Полуестественные местообитания – отдаленные участки лесопарков (парк им. Кирова), заболоченные поймы рек (р. Пазелинка) и берега прудов (Юровский мыс на Ижевском пруду), труднопроходимые овраги (лесной массив в р-не Нефтемаш). Степень антропогенной трансформации очень мала. Характеризуются ненарушенным или слабо нарушенным растительным и почвенным покровом. Локальная бриофлора мало изменена по сравнению с исходными ценозами и насчитывает 50-90 видов. Ведущую роль играют семейства Brachytheciaceae, Amblystegiaceae, Bryaceae, которые характерны и для естественных местообитаний. Здесь обнаружены все основные субстратные группы. Эпигейные бриофиты представлены крупными бокоплодными видами (*Hylocomnium splendens*, *Pleurozium schreberii*). Среди эпифитных и эпиксильных видов много печеночников (*Radula complanata* (L.) Dum., *Chiloscyphus polyanthos* (L.) Corda). Эпифиты образуют обширные синузии, покрывающие от 20 до 50% ствола дерева. Таким образом, полуестественные местообитания приближаются по составу бриофитов к естественным сообществам.

2. Парки отдыха, сады, скверы – территории с умеренной антропогенной нагрузкой. Характеризуются уплотненными (обочины тропинок, дорожек, площадки) и нарушенными (клумбы, газоны) почвами. Также имеются различные каменистоподобные образования (асфальт, бетон, кирпичи, камни). Бриофлора представляет урезанный вариант исходного фитоценоза (30-40), причем сокращение числа видов происходит за счет крупных влаголюбивых напочвенных мхов. Ведущую роль играют те же семейства, что и в полуестественных местообитаниях, но лидирует семейство Bryaceae. За ним следуют семейства Amblystegiaceae и Brachytheciaceae. Имеются все субстратные группы. Эпигейные бриофиты представлены в основном мелкими верхлоплодными видами, обитающими на нарушенной почве. Это виды рода *Bryum* (*B. caespiticium* Hedw., *B. argenteum* Hedw., *B. pseudotriquetrum* (Hedw.) Gaertn., Meyer et Scherb.), а также *Funaria hygrometrica* Hedw. На газонах и клумбах преобладают бокоплодные мхи – *Brachythecium campestre* (C. Muell.) B., S. et G., *B. salebrosum* (Web. et Mohr.) B., S. et G., в тенистых местах – *Climacium dendroides* (Hedw.) Web. et Mohr. Эпиксильная группа представлена небольшим числом видов. В основном это верхлоплодные виды: *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb., *Tetraphis pellucida* Hedw., *Polytrichum juniperinum* Hedw. Реже встречаются печеночные (*Lophocolea minor* Nees) и бокоплодные (*Hypnum pratense* Koch ex Spruce, *H. pallescens* (Hedw.) P. Beauv., *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske) виды. Эпифиты больших синузий не образуют, характерны лишь небольшие пятна диаметром 10-15 см на высоте до 3 м. Основные эпифитные виды – *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Grout. и *Leskeella nervosa* (Brid.) Loeske. Реже на хвойных породах встречается *Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) B., S. et G. Группа эпилитных бриофитов представлена мелкими верхлоплодными мхами.

3. Посадки деревьев – в основном, это посадки сосны, имеющиеся по всей территории города и в его окрестностях. Все посадки на территории города характеризуются высокой степенью нарушенности (частичное или полное отсутствие растительности, уплотнение почвы) и загрязненности бытовыми отходами. Бриофлора довольно скудна – 15-25 видов. Места в спектре семейств располагаются следующим образом: Amblystegiaceae, Bryaceae, Brachytheciaceae. Эпигейные бриофиты представлены только двумя видами – *Eurhynchium pulchellum* (Hedw.) Jenn. и *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. in B.S.G. Группа эпиксильных видов в городских посадках отсутствует. В посадках, расположенных в городских окрестностях, эпиксилы представлены *Lophocolea heterophylla* (Schrader) Dum. Эпифитные мхи представлены, главным образом, группой комлевых эпифитов. Это виды рода *Plagiothecium*, реже печеночники (*Blepharostoma trichophyllum* (L.) Dum., *Ptilidium pulcherrimum* (G.Web.) Vain.). На бытовых отходах представлены группы бриофитов искусственных органических субстратов (виды рода *Brachythecium*) и бриофитов обугленной органической массы (*Funaria hygrometrica* Hedw., *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) Gaertn., Meyer et Scherb., *Marchantia polymorpha* L.).

4. Собственно городская среда – жилые кварталы, улицы. Характеризуется высокой степенью атмосферного и почвенного загрязнения, практически полным отсутствием естественных субстратов и крайне высокой антропогенной нагрузкой. Бриофлора представлена ядром антропотолерантных видов (5-20 видов). Характер ведущих семейств меняется. Лидирующую позицию занимает семейство Bryaceae, второе место принадлежит семейству Pottiaceae, третье – семейству Ditrichaceae.

Представители этих трех семейств - мелкие верхоплодные мхи, устойчивые к вытаптыванию и загрязнению. Высокое положение семейства Pottiaceae, характерного для степной зоны, свидетельствует о повышенном содержании карбонатных пород. В таких условиях ведущая роль принадлежит группам эпилитов и бриофитов искусственных органических субстратов. Эпигейные бриофиты представлены в основном мелкими видами из семейства Bryaceae, реже встречаются бокоплодные виды (pp. Brachythecium, Amblystegium). Группа эпиксильных видов встречается очень редко, обычно на обработанной древесине (заборы, крыши). Эпифитные виды встречаются часто, но, по сравнению с естественными местообитаниями, имеются некоторые особенности. Видовой состав эпифитных мхов в городе очень беден и едва ли можно насчитать больше десятка видов. В основном, это зеленые мхи. Печеночных эпифитных мхов на городских улицах не обнаружено.

В условиях города эпифитные мхи поселяются на тополе (*Populus* sp.) и клене платановидном (*Acer platanoides*), реже на липе (*Tilia cordata*) и березе (*Betula* sp.), тогда как в зеленых массивах они предпочитают осину (*Populus tremula*) и липу (*Tilia cordata*). Это обусловлено видовым составом деревьев на городских улицах.

Эпифитные мхи на территории городской застройки поселяются в развилках веток (очень часто), на горизонтально отклоненных ветках или же на стволе дерева. Необходимо отметить, что практически отсутствует группа мхов, поселяющихся в основании ствола дерева, хотя в зеленых лесных массивах данная группа довольно многочисленна. Видимо, это можно объяснить тем, что на городских улицах земля около стволов деревьев уплотнена и часто бывает засоленной (транспорт, посыпание дорожек «солью» зимой), а подавляющее большинство мхов не выносит хлоридно-сульфатного загрязнения. И, напротив, в зеленых лесных массивах в основании ствола почва рыхлая и содержит достаточное количество гумуса.

Поселяясь на стволах деревьев, эпифиты городской застройки не образуют значительных по размерам синузий, а часто формируют лишь отдельные небольшие «пятна», которые могут подниматься до высоты 5-7 м. Такие группировки часто бывают одновидовыми (*Pylaisia polyantha* (Hedw.) Grout.), реже содержат 3-5 видов мхов (*Leskea polycarpa* Hedw., *Leskeella nervosa* (Brid.) Loeske). Помимо бокоплодных, могут присутствовать и верхоплодные мхи (*Bryum caespiticum* Hedw., *B. pseudotriquetrum* (Hedw.) Gaertn., Meyer et Scherb., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.).

Редкие и охраняемые виды в бриофлоре г. Ижевска. На территории г. Ижевска отмечено произрастание 5 видов мохообразных, занесенных в Красную книгу Удмуртской Республики [Красная..., 2012]. Из них 3 вида являются печеночными мхами и имеют 3 категорию редкости, 2 вида – представители отдела Bryophyta с 4 категорией редкости (табл. 5.1.3).

Пеллия Нееса (*Pellia neesiana* (Gott.) Limpr.) является циркумполярным, бореальным видом. В России встречается в Мурманской и Московской областях, Республике Карелия, в Восточной Сибири (от южной до арктической области, на берегах Таймырского полуострова). Вне пределов России – в Скандинавии, Зап. Европе, Азии, Сев. Америке [Савич, 1936; Шляков, 1982; Константинова, 2000]. В Удмуртии известен из Алнашского и Каракулинского районов [Редкие..., 2011].

По экологическим предпочтениям пеллия Нееса – это гигрофит, гелиосциофит, ацидонейтрофил. Поселяется в очень влажных условиях на торфянистом перегное и глинистой почве, в травяных болотах и в заболоченных кустарниках [Потемкин и др., 2009]. В Удмуртии вид предпочитает поселяться на обнаженной почве в местах выходов ключей, берегам рек [Красная..., 2012].

В г. Ижевске вид найден на правом берегу Ижевского пруда (Юровский мыс), на влажной обнаженной почве. Отмечены небольшие дерновинки вместе с другим печеночными мхами.

Лимитирующим фактором распространения бриофита является любая деятельность, связанная с изменением гидрологического режима местообитаний (осушение болот, строительные работы, прокладка дорог и т.д.).

Фруллания расширенная (*Frullania dilatata* (L.) Dumort.) принадлежит к семейству Фрулланиевые (Frullaniaceae). Вид занесен в Красную книгу Удмуртии с 3 категорией редкости. Охраняется также в Ленинградской [Красная..., 2005], Новгородской [Красная..., 2015] и Тверской [Красная..., 2012] областях, Камчатском крае [Красная..., 2007a] и Республике Карелия [Красная..., 2007b].

Фруллания расширенная является евразийским, неморальным видом. В России вид распространен широко, но везде встречается нечасто. Отмечается на Кавказе, Украине, Белоруссии, в Сев. Африке, на Канарских островах, Скандинавии, Западной Европе, Китае [Шляков, 1982;

Константинова, 2000]. В Удмуртии популяции фруллании отмечались в Шарканском, Селтинском, Увинском, Красногорском и Кизнерском районах.

Таблица 5.1.3

Кадастр редких видов мохообразных, занесенных в Красную книгу
Удмуртской Республики, в бриофлоре г. Ижевска

Название таксона	Статус в Красной книге УР
Отдел Marchantiophyta	
Семейство Риччиевые (Ricciaceae)	
Риччиокарп плавающий (<i>Ricciocarpus natans</i>)	3
Семейство Фрулланьевые (Frullaniaceae)	
Фруллания расширенная (<i>Frullania dilatata</i>)	3
Семейство Пеллиевые (Pelliaceae)	
Пеллия Нееса (<i>Pellia neesiana</i>)	3
Отдел Bryophyta	
Семейство Дикрановые (Dicranaceae)	
Дикран Мюленбека (<i>Dicranum muehlenbeckii</i>)	4
Семейство Левкодоновые (Leucodontaceae)	
Левкодон беличий (<i>Leucodon sciuroides</i>)	4

Это мезофитный, гелиосциофитный и ацидонейтрофильный вид, обитающий в мелколиственных (с примесью ели) и смешанных старовозрастных лесах на коре стволов лиственных пород. Во всех местообитаниях на территории Удмуртской Республики вид отмечен в хвойно-мелколиственных и вторичных мелколиственных лесах, на стволах молодых лип (на высоте до 60 см). Обнаруженные популяции фруллании расширенной занимали небольшую площадь (около 10-15 см²), часть растений печеночника переплеталась с дерновинками зеленых мхов. Охраняется на территории природного парка «Шаркан».

Frullania dilatata в г. Ижевске обнаружена однажды на территории Липовой рощи. Лимитирующими факторами для вида являются замена лиственных лесов хвойными, высокая конкуренция со стороны зеленых эпифитных мхов. Кроме того, как и любой эпифитный вид, *Frullania dilatata* чрезвычайно чувствительна к загрязнению воздуха.

Фруллания расширенная известна из единственного местонахождения в городской черте, поэтому необходимо провести дальнейшее изучение обнаруженных популяций бриофита, обеспечить контроль за состоянием популяций и охрану местообитания.

Риччиокарп плавающий (*Ricciocarpus natans* (L.) Corda) – небольшой слоевищный печеночник из семейства Риччиевые (Ricciaceae). Вид занесен в Красную книгу Удмуртской Республики с 3 категорией редкости [Красная..., 2012]. Охраняется в Воронежской [Красная..., 2011], Курской [Красная..., 2002], Ленинградской [Красная..., 2000], Новгородской [Красная..., 2015], Псковской [Красная..., 2014а], Ростовской [Красная..., 2014б] и Тульской [Красная..., 2010] областях, на Камчатке [Красная..., 2007а], в Республике Марий Эл [Богданов и др., 2013] и Карелии [Красная..., 2007б], г. Санкт-Петербурге [Красная..., 2004].

Вид является циркумполярным космополитом, однако везде встречается нечасто. Отмечен в Средней и Восточной Азии, Северной, Центральной и Южной Америке, Западной и Южной Африке, Австралии, Новой Зеландии [Шляков, 1979; Константинова, 2000]. На территории Российской Федерации встречается в Европейской части России, включая Уральские горы, на Кавказе, в азиатской части (Западная Сибирь, Дальний Восток), обитает в южных гипоарктических тундрах, горных хвойно-широколиственных лесах, горных субтропических лесах, горной тайге. Вид приурочен к водоемам с содержащей серу водой, либо поселяется на нейтральных или почти нейтральных почвах [Потемкин и др., 2009].

В Удмуртской Республике вид известен из 5 местонахождений в разных районах республики (Завьяловский, Камбарский, Воткинский, Селтинский и Каракулинский районы) [Редкие..., 2011; Редкие..., 2016]. По экологическим предпочтениям риччиокарп плавающий в Удмуртии является гидрофитом, гелиосциофитом и ацидонейтрофилитом. Местообитания его приурочены к старицам крупных и средних рек (р. Кама, Уть, Сива), где он образует популяции различных размеров, как в воде, так и по берегу водоема. Лимитирующими факторами распространения вида является зарастание или осушение стариц, к которым может привести любое нарушение гидрорежима, например, повышение рекреационной нагрузки, выпас скота, строительные работы и т.д. Охраняется на территории национального парка «Нечкинский», памятника природы «Урочище «Валяй»»,

государственных природных комплексных заказников «Валамазский» и «Лумпунский» [Редкие..., 2011].

В г. Ижевске вид обнаружен на Малиновой Горе, на берегу речки Малиновка, на гниющих листьях камыша лесного. Отмечены небольшие популяции риччиокарпа плавающего, состоящие из 3-8 экземпляров. Водных форм обнаружено не было.

Для сохранения вида в бриофлоре г. Ижевска необходимо провести дальнейшее изучение обнаруженных популяций бриофита, обеспечить контроль за состоянием популяций и охрану местообитания.

Дикран Мюленбека (*Dicranum muehlenbeckii* B.S.G.) – верхоплодный листостебельный бриофит из семейства Дикрановые (Dicranaceae). Вид занесен в Красную книгу Удмуртской Республики с 4 категорией редкости [Красная..., 2012a]. Охраняется на территории Красноярского края [Красная..., 2005].

Циркумпольярный, бореальный вид. На территории европейской части России известен по единичным находкам на Урале и в немногих равнинных областях (Ленинградской, Архангельской) [Абрамов, Волкова, 1998; Игнатов, Игнатова, 2003]. В Удмуртии вид найден в Кезском, Дебесском и Завьяловском районах [Редкие..., 2011; Редкие..., 2016].

Дикран Мюленбека является мезогигрофитным, сциофитным и ацидонейтрофильным бриофитом. Вид характерен для переувлажненных местообитаний – почва в заболоченных сосняках, на береговых скалах (Абрамов, Волкова, 1998). На территории Удмуртии вид предпочитает поселяться на гнилой древесине, либо в основании стволов деревьев в старовозрастных лесах [Редкие..., 2011; Редкие..., 2016; Красная..., 2012a].

В г. Ижевске дикран Мюленбека обнаружен на почве в старовозрастном лесном массиве в северной части города (окрестности детского лагеря «Волна»). Отмечены небольшие, но хорошо развитые, дерновинки, растения без спорогонов. Лимитирующими факторами являются изменение мест произрастания, вырубка лесов [Красная..., 2012a].

Левкодон беличий (*Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr.) является бокоплодным листостебельным бриофитом из семейства Левкодоновые (Leucodontaceae). Вид имеет 4 категорию редкости [Красная..., 2012]. Включен в Красные книги Самарской [Красная..., 2007в], Новгородской [Красная..., 2015], Воронежской [Красная..., 2011], Курской [Красная..., 2002], Липецкой [Красная..., 2014], Московской [Красная..., 2008], Рязанской [Красная..., 2011], Тверской [Красная..., 2002], Тульской [Красная..., 2010] областей, г. Санкт-Петербурга [Красная..., 2004].

Циркумпольярный, неморальный вид, заходящий на север до Скандинавии и Полярного Урала. Широко распространен в Западной Европе, Северной Африке, странах Ближнего Востока, Средней Азии, на Кавказе, в горах Южной Сибири [Абрамов, Волкова, 1998; Игнатов, Игнатова, 2004]. В Удмуртской Республике отмечен в Сюмсинском и Можгинском районах [Рубцова, 2011].

Левкодон беличий является мезоксерофитным, гелиосциофитным, базифильным бриофитом. Вид предпочитает поселяться на камнях карбонатных пород, либо на стволах дубов в светлых лесах, на опушках [Игнатов, Игнатова, 2004]. На территории Удмуртии распространение вида связано с дубравами или старыми липняками, где поселяется на стволах деревьев [Рубцова, 2011].

В г. Ижевске *Leucodon sciuroides* обнаружен однажды на левом берегу Ижевского пруда, рядом с детским санаторием «Изумрудный». Бриофит отмечен на стволе упавшей липы в смешанном лесу (сосново-липовый). Отмечены небольшие дерновинки или отдельные растения среди других зеленых мхов. Спороносящих экземпляров не найдено.

Лимитирующими факторами является любая деятельность, связанная с изменением местообитаний (вырубка старовозрастных лесов, строительные работы, повышения уровня рекреации).

Таким образом, в бриофлоре г. Ижевска выявлены 5 видов редких и занесенных в Красную книгу УР [Красная..., 2012]. Риччиокарп плавающий, пеллия Нееса и дикран Мюленбека являются гидро- и гигрофитными видами, не способными выносить пересыхания местообитаний. При изменении гидрорежима и недостаточном увлажнении, эти виды не способны конкурировать с более адаптированными мезофитными видами мхов и вытесняются ими. Фруллания расширенная и левкодон беличий тяготеют к старовозрастным листовенным (реже хвойно-лиственным) лесам. Неумеренная рубка старых деревьев приводит не только к исчезновению пригодных для поселения субстратов, но и к изменениям режимов освещения и увлажнения. Все это негативно сказывается на развитии дерновинок бриофитов. Соответственно, можно предложить следующий комплекс мер по охране видов мохообразных:

1. Контроль за состоянием популяций бриофитов;

2. Создание ООПТ в местах скопления редких видов бриофлоры;
3. Ограничение рекреационной нагрузки в местах произрастания редких мохообразных (запрет на вырубку лесов (особенно старовозрастных), любую деятельность, приводящую к изменению гидрологического режима местообитаний и т.д.).

5.2. Редкие и исчезающие виды сосудистых растений в г. Ижевске

Антропогенное воздействие вносит свои коррективы в видовое разнообразие растений в урбанофлорах. Часть растений при этом смогла приспособиться к изменившимся условиям, а часть безвозвратно исчезла. К основным причинам вымирания растений в урбанофлорах относятся как прямые, так и косвенные факторы воздействия со стороны человека. Прямое воздействие человека на растительный покров в крупных населенных пунктах является преобладающим фактором. Оно связано с полным уничтожением аборигенных растений и их местообитаний при строительстве домов, дорог, вырубки леса и тому подобными действиями. Косвенное воздействие со стороны человека выражается в обогащении флоры одичавшими культурными и чужеродными растениями. Например, такой вид, как дикий виноград (или эхиноцистис лопастный) и другие создают густые заросли вдоль заборов, по пойменным кустарникам и вдоль ручьев. О том, что это влияние велико свидетельствует тот факт, что на территории города Ижевска выявлено 1344 видов и из них 650 относятся к чужеродным растениям, в том числе и одичавшим (48%). Они объединены в 568 родов (в т.ч. 227 заносных и дичающих) и 117 семейств [Ильминских и др., 1998]. Активные прогулки в лесу относятся так же к косвенным факторам, так как приводят к механическому повреждению растений, к уплотнению почвы и обогащению ее азотом, тем самым, меняя условия существования растений. К этому же виду воздействия относятся и сбор растений на букеты, в качестве лекарственного сырья и ряд других.

По мнению Н.Г. Ильминских и других исследователей, процесс исчезновения некоторых обычных видов природной флоры в урбанофлорах в ряде случаев является обратимым. Это происходит при стабилизации условий внешней среды в старых частях городов, так же в принципе происходит и с некоторыми видами животных, находящихся в подобных местах условия для обитания. В г. Ижевске на газонах можно наблюдать появление типично лесных растений, например, некоторых видов папоротников, ветренички лютиковой, чистяка весеннего и других видов растений природных сообществ. С редкими уникальными представителями флоры, которые встречаются в лесных и болотных экотопах, вряд ли это возможно. Поэтому проблемы с охраной редких растений в урбанофлорах остаются насущными, так как для их сохранения необходима охрана экотопов в целом. Поэтому охрана растений в городе возможна лишь на ООПТ различного ранга. Лишь при организации особо охраняемых природных территориях возможно сохранить ряд редкие и исчезающие растения в г. Ижевске, которые ещё не исчезли.

Судить о том, какие виды растений исчезли очень трудно. В первую очередь, это связано со слабой изученностью флоры г. Ижевска в прошлом. В отличие от других населенных пунктов Удмуртской Республики (УР), сведений о растениях, встречающихся в г. Ижевске, почти нет до середины XX века. Лишь отрывочные данные можно найти в фондах Кировского областного музея, где хранится гербарий, датированный 1876-1881 гг. Среди гербарных образцов имеются сборы ландыша майского и ряда других редких растений. Этот вид в настоящее время в природной флоре г. Ижевска не найден, встречаются лишь одичавшие особи этого вида близ мест культивирования.

В 1927 г. в г. Ижевске и его окрестностях проводили сборы растений сотрудники Казанского университета под руководством Л.Н.Васильевой [Васильева, 1930]. Ими было обнаружено несколько редких растений, в том числе неоттианта клобучковая (*Neottianthe cucullata*), которая позже никем не отмечалась. Вместе с тем, как показали исследования, найденные Л.Н.Васильевой на реке Подборенке виды – бузульник сибирский (*Ligularia sibirica*), сохранялся там до 2010 г., пока болото в месте его произрастания было не уничтожено при строительстве гаражей. А пушица изящная (*Eriophorum gracile*) была найдена повторно лишь в 2000 г. на сплавине Ижевского пруда.

С 1950-х годов растительный покров г. Ижевска и его окрестностей начинают изучать сотрудники и студенты Удмуртского педагогического института под руководством Т.П.Ефимовой (1972). Она обнаружила немало интересных и редких растений в г. Ижевске. Например, ею указано, что в 1960-1970-х годах в парке им. Кирова встречалась орхидея, занесенная в Красную книгу РФ (2008) – калипсо луковичная (*Calypso bulbosa*), в настоящее время она уже там не обнаруживается, но

особи этого вида сохранилась в другом лесном массиве на территории г. Ижевск. Следует с сожалением говорить и еще о нескольких ранее произраставших в городе представителях семейства Орхидные – пололепестнике зеленом (*Coeloglossum viride*), надбороднике безлистном (*Eripogium aphyllum*), кокушнике длиннорогом (*Gymnadenia conopsea*) и других. Только однажды в конце 1960-х годов в Удмуртии Т.В.Варфоломеевой на сплавине Ижевского пруда был найден липарис Лезеля (*Liparis loeselii*). Данный вид долгое время считался в УР полностью исчезнувшим, пока не был обнаружен на юге УР [Редкие..., 2011; Красная..., 2012].

К середине 1990-х годов флора г. Ижевска стала объектом для исследований Н.Г. Ильминских. Он детально изучил флору города и впервые составил список видов растений, выявив несколько редких представителей. Инвентаризация видового состава г. Ижевска (в радиусе 10 км) показала, что из 1344 видов растений в охране или наблюдении за состоянием популяций, нуждается около 100 видов растений [Ильминских и др., 1997].

Начиная с 2000 годов ряд редких видов был обнаружен А.Н. Пузыревым и О.Г. Барановой. В 2009 г. была впервые проведена инвентаризация редких видов растений, занесенных в Красную книгу Удмуртской Республики (2001) и изучено состояние их популяций, выявлен ряд новых видов (табл.5.2.1). В последующие годы поиск редких видов был продолжен [Редкие..., 2011; Красная..., 2012].

Ниже приводится список редких и нуждающихся в охране видов, с разной степенью редкости, занесенных в Красную книгу Удмуртской Республики [Красная..., 2012] (табл.5.2.1).

Таблица. 5.2.1

«Краснокишечные» растения на территории г. Ижевска

Название растения	Категория	Дата обнаружения	Современное состояние
<i>Centaurium erythraea</i> Rafn – Золототысячник малый	0	1977	Нет
<i>Coeloglossum viride</i> (L.) C.Hartm. – Пололепестник зеленый	I	1968	Нет
<i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich. – Липарис Лёзеля	I	1968	Нет
<i>Orchis militaris</i> L. – Ятрышник шлемовидный	I	2002	Нет
<i>Veronica spuria</i> L. – Вероника ненастоящая	I	1989	Нет
<i>Corallorrhiza trifida</i> Chatel. – Ладьян трехнадрезанный	II	1956	Нет
<i>Eripogium aphyllum</i> Sw. – Надбородник безлистный	II	1960-е	Нет
<i>Hammarbya paludosa</i> (L.) O.Kuntze – Хаммарбия болотная	II	2002	Есть
<i>Drosera rotundifolia</i> L. – Росянка круглоглистая	II	1966	Есть
<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i> L. – Мытник царский скипетр	II	2000	Есть
<i>Calypso bulbosa</i> (L.) Oakes – Калипсо луковичная	III	1968	Есть
<i>Carex capillaris</i> L. – Осока волосовидная	III	2003	Есть
<i>Carex chordorrhiza</i> Ehrh. – Осока плетевидная	III	2000	Есть
<i>Carex limosa</i> L. – Осока топяная	III	2000	Есть
<i>Carex ornithopoda</i> Willd. – Осока птиценожковая	III	2009	Есть
<i>Circaea lutetiana</i> L. – Двулепестник пражский	III	2009	Есть
<i>Cypripedium calceolus</i> L. – Венерин башмачок настоящий	III	2003	Есть
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz – Дремлик болотный	III	1958	Есть
<i>Eriophorum gracile</i> Koch – Пушица изящная	III	1927	Есть
<i>Geranium palustre</i> L. – Герань болотная	III	1968	Есть
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R.Br. – Кокушник длиннорогий	III	1958	Нет
<i>Ligularia sibirica</i> (L.) Cass. – Бузульник сибирский	III	1927	Есть
<i>Lilium martagon</i> L. – Лилия кудреватая	III	1953	Есть
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L. – Ужовник обыкновенный	III	2017	Есть
<i>Primula macrocalyx</i> Bunge – Примула крупночашечная	IV	1966	Есть

В результате в г. Ижевске в ходе флористических исследований в разные годы обнаружено произрастание 25 видов растений, занесенных в Красную книгу УР [Красная..., 2012] (табл. 5.2.1). 0 категорию имеет 1 вид, 1-ю – 4, 2-ю – 5, 3-ю – 14 и 4-ю категорию – 1.

Как видно из таблицы 5.2.1, большая часть видов (61,5%) была найдена в XX веке, причем в настоящее время не выявлена почти половина из них (44%). Следует так же отметить, что на

территории Ижевска не удастся подтвердить произрастание всех видов имеющих в Красной книге УР [Красная..., 2012] 1 категорию редкости – исчезающие растения.

К категории 0 относятся растения, по-видимому, исчезнувшие с определенной территории. В середине 1970-х годов на травянистых местах в пос. Варакино находилось маленькое однолетнее растение – золототысячник малый (*Centaureum erythraea*), который не был там найден, как и в других местонахождениях в Удмуртии.

В категорию 1 включаются виды, находящиеся под угрозой исчезновения. Это такие растения, численность особей в популяциях которых значительно уменьшилась и находится на критическом уровне. При дальнейшем действии отрицательных для растений факторов, они могут в скором времени полностью исчезнуть [Красная..., 2012]. К этой категории относится в городе 3 вида орхидей, которые, вероятно исчезли. Из них лишь однажды удалось найти всего один экземпляр ятрышника шлемовидного (*Orchis militaris*) в 2002 г., единичные экземпляры его были найдены в других местонахождениях в Удмуртии [Редкие..., 2011].

Категория 2 – уязвимые виды, не подвергающиеся прямой угрозе уничтожения, но встречающиеся в небольшом количестве, или на ограниченной территории, или имеющие столь специальные места обитания, что при их прямом нарушении и других изменениях среды могут быстро исчезнуть. В эту категорию входят виды, уменьшающие свою численность [Красная..., 2012]. В городе все виды этой категории относятся к болотным видам, причем 3 вида растут на одной сплавине Ижевского пруда и при её разрушении могут погибнуть.

Категория 3 включает редкие растения, численность разных представителей этой группы различна. Пожалуй, наиболее критичное положение у популяций таких видов, как лилия саранка (активный сбор на букеты), ужомника обыкновенного (территория произрастания поглощается борщевиком Сосновского), единичные местонахождения с небольшой численностью на сплавине Ижевского пруда для таких видов, как пушица изящная, осока плетевидная, хаммарбия болотная и других.

К 4 категории относятся неопределенные виды, состояние их популяций в Удмуртии не совсем изучены. К этой категории в Ижевске относится первоцвет крупночашечный, вид который в других местонахождениях в Удмуртии не удастся обнаружить на протяжении многих лет. А в городе Ижевске он наблюдается на одном и том же месте уже более 50 лет (с 1966 г.)

Кроме видов, занесенных в региональную Красную книгу, на территории г. Ижевска было выявлено и 4 вида растений, редких на всей территории России – *Liparis loeselii*, *Cypripedium calceolus*, *Epipogium aphyllum*, *Calypso bulbosa*.

Большинство редких видов в г. Ижевске относятся к болотным растениям (65%), причем на олиготрофных болотах выявлено 9 видов, а к представителям эутрофных лесных и луговых болот следует отнести 6 видов. Так же имеются и лесные виды, и их 5.

Причем необходимо отметить, что наряду с «краснокнижными» видами растений судьба некоторых редких в УР болотных растений уже предрешена в пределах г. Ижевска. Так, в пойме р. Позимь на заболоченных местах обильно произрастал в конце 1960-х годов вид – дудник болотный (*Angelica palustris*), после осушения этих участков популяция дудника находится в критическом состоянии. К таким болотным видам, сокращающим свою численность относятся белозор болотный, вахта трехлистная, телиптерис болотный, клюква болотная, различные виды орхидей (тайник яйцевидный, пальчатокоренник пятнистый и др.) и другие.

Также редкими в окрестностях городов становятся декоративные дикорастущие растения. В г. Ижевске к уязвимым видам следует отнести такие растения, как купальница европейская и ветреничка алтайская (народные названия растений "италмас" и "подснежник"), колокольчик персиколистный, пиетрум щитковый, песчанка узколистная и целый ряд других растений.

Человек, срывая цветок, не задумывается о последствиях и о том, что сотни и тысячи людей могут сделать то же самое, лишив растения органов размножения. В результате обычные по всей территории республики растения в окрестностях г.Ижевска становятся редкими или обречены на полное уничтожение. Это виды растений, которые нуждаются в охране на территории города, и должны попасть в муниципальную Красную книгу. Есть же Красная книга города Москвы и в будущем без бережного отношения к редким растениям срочно придется создавать подобную книгу и для города Ижевска.

5.3. Синантропизация растительного покрова

Благополучие городской среды, её функционирование зависит от наличия сохранившихся больших природных сред, которые участвуют, согласно Ю. Одуму [Одум, 1986], в формировании протективных систем жизнеобеспечения (таких как старовозрастные леса, крупные озёра и т.д.), растущих или продуктивных систем жизнеобеспечения (сельскохозяйственные и луговые угодья) и диссипативных или рассеивающих систем (таких как болота, реки, ручьи и т.п.), имеющих значение как защитный фон и для собственно урбаноландшафта, и для субурбаноландшафта, создавая экологический каркас, благоприятствующий жизни в городе. Значимую роль в этом играет растительный покров, его составляющие – флора и растительность.

Однако «городской ландшафт отражает наиболее концентрированную форму воздействия человека на природные ландшафты «... это искусственный ландшафт, который унаследовал от естественного ... только геологическую основу, основные черты рельефа и зональные особенности климата» – пишет Л.И. Куракова [1967]. Но, антропогенные факторы, трансформированный климат и антропогенезированные эдафические условия города внесли коррективы в преобразование естества растительного покрова, придав ему синантропизированные черты. Хотя в прошлом на территории г. Ижевска он имел неморальные черты, характерные для хвойно-широколиственных и широколиственных лесных сообществ. То есть, на смену этим сообществам, некогда широко представленным в окрестностях Ижевска и в городской черте [Фокин, 1929; Растительность..., 1980; Шадрин, 1999, 2003а, 2004], приходят синантропные виды и их сообщества – растения мусорных и нарушенных местообитаний. Синантропы стали обычными даже в естественных, не характерных для них, местообитаниях. К ним можно отнести такие виды как: гулявник Лёзеля, чертополох курчавый, бодяк щетинистый, герань сибирская, лапчатка норвежская, ромашка непахучая, марь белая, горец птичий, золотарник канадский и многие другие виды. Среди них немало беженцев из культуры, попадающих в природную среду в результате образования стихийных несанкционированных свалок бытового и садово-огородного мусора и т.п. Такие свалки, из-за отсутствия должного контроля, в первую очередь, агрессивно разрастаются вблизи и внутри сохранившихся лесных экосистем. Постепенное вытеснение ими естественных растительных сообществ приводит к обеднению видового состава флоры и изменению растительных сообществ, т.е. синантропизации или антропогенной трансформации растительного покрова [Шадрин, 2000, 2006]. Подобная урбанизация растительного покрова особенно сильно наблюдается в больших городах, таких как Ижевск, вследствие их роста и давления на природные экосистемы.

Неудобья урбаноландшафта, непригодные для хозяйственной деятельности – овраги, лощины, крутые склоны, увлажнённые и заболоченные места и т.п. – приуроченные к существующим на территории Ижевска рекам и их долинам, конечно же, смягчают антропогенное действие, поскольку в них сохранились остатки лесов с более, или менее естественной биотой. В этих локалитетах антропогенного ландшафта можно обнаружить уцелевшие, редкие и для данной местности и для Удмуртии, растения неморальных и даже остепнённых сообществ. Например: диплазий сибирский, герань Роберта, пузырники ломкий и судетский, купены многоцветковая и душистая, купальница европейская, колокольчики персиколистный, крапиволистный и широколистный, пролесник многолетний и др. Большинство из них являются представителями неморальных реликтовых комплексов [Васильев, 1946; Горчаковский, 1969; Камелин, 1973; Шадрин, 1995, 1999, 2016 и др.]. В увлажнённых и заболоченных местах уже редки, а возможно исчезли орхидеи – пальчатокоренники мясокрасный, пятнистый и Фукса, мякотница однолистная. На сохранившихся остепнённых местах встречаются сообщества с более ксерофильными травами, такими как: мятлик узколистный, горошек тонколистный, лютик многоцветковый, резуховидка Таля, лапчатка серебристая, клевер горный, люцерна серповидная, девясил иволистный, душица обыкновенная и др.

Чем больше сохранившихся природных и естественных ландшафтов, где развиваются соответствующие экосистемы, тем больше условий для сохранения видов, в т.ч. редких и исчезающих, и тем самобытнее и естественнее будет одна из составляющих растительного покрова – флора. В широком понимании флора представляет совокупность видов растений какой-либо территории, или полную территориальную совокупность видов растений [(Юрцев, Камелин, 1991)]. Однако надо учитывать, что город – это преобразованная искусственная экосистема. Поэтому здесь кроме сохранившихся видов растений индигенных (природных) местообитаний наблюдается явное нашествие (как выше было отмечено) видов, предпочитающих нарушенные, или антропогенные, местообитания. В широком смысле это сорные (синантропные) растения, или антропофиты, способные выдержать экстремальные условия таких местообитаний. Основную часть их составляют

чужеродные (заносные, адвентивные) виды, или ксенофиты. Из местных, или туземных видов встречаются те, что в условиях постоянных нарушений успевают за короткое время полностью пройти весь жизненный цикл. Чаще всего это малолетники, из многолетников приспосабливаются растения с выраженными ксероморфными анатомо-морфологическими признаками, т.к. антропогенные среды отличаются своей ксеритизацией [Шадрин, 2001, 2003б]. Такие виды называют апофитами. Таким образом, флора городов существенно обогащается антропофитами, отражая тем самым степень ее антропогенной трансформации или синантропизации.

Так, из известного числа видов флоры Ижевска (1344 вида сосудистых растений), почти половина являются заносными и дичающими, доля которых лишь только увеличивается ввиду роста и развития городов [Ильминских и др., 1998]. К 2006 г. их число выросло до 730 видов и эти виды имеют тенденцию к натурализации в сегетальных, рудеральных и естественных фитоценозах. А.Н. Пузырев [Пузырев, 2006] отмечает, что в естественных фитоценозах они чаще внедряются в прибрежные, лесные и луговые растительные сообщества. Это приводит к уменьшению доли местных видов и усилению позиции заносных в этих экотопах. Н.Г. Ильминских [Ильминских, 2014] установлено, что в современных флорах городов снизилась доля местных видов (округляя) с 81 до 60% – Сарапул, с 86 до 56% – Глазов, и усилились позиции заносных видов с 19 до 30% – Сарапул, с 13 до 43% – Глазов, что, безусловно, приводит к антропогенной гомогенизации биосферы [Миркина и др., 2002]. Особенности флоры городов, в т.ч. и Ижевска, показаны в монографии Н.Г. Ильминских [Ильминских, 2014]. Поэтому, делая ссылки на его работу, коротко приведём некоторые суждения и результаты, позволившие ему выявить тенденции урбанизации и, или синантропизации флоры городов, дополняя их при необходимости нашими рассуждениями.

Безусловно, урбанизация или синантропизация растительного покрова отражается на богатстве его флоры, неотъемлемым условием богатства которой является видовой состав, он же служит наглядным показателем её развития, обеспечивая динамичное и стабильное состояние природных систем. По видовому богатству городские флоры смещены в южном направлении на $5-10^0$, это составляет примерно 500-1000 км. Обновление флор за прошедшие 50-70 лет произошло на 40-47%, причем за этот период в Глазове – исчезло 26, появилось 453, в Сарапуле – 46, появилось 382. Н.Г. Ильминских [Ильминских, 2014] также предположил, что в г. Ижевске, вероятно, исчезнет 117 видов аборигенных, встречающихся на сохранившихся природных местообитаниях, т.е. флора Ижевска, при уничтожении или превращении природных местообитаний в антропогенные, утратит около 10% видового состава.

Для городов характерно усиление роли южного типа распространения видов. На наш взгляд этому благоприятствует, вероятно, мезоклимат, который в целом в городе теплее. Последнее приводит и к усилению ксерических черт городской флоры, т.е. более засушливых. На это может, например, указывать, утверждение Н.Г. Ильминских, что в городах «заметно усиливается роль терофитов» – растений однолетнего и двулетнего циклов развития. Соответственно позиции видов влажных экотопов и сообществ ослабевают, а сухих (экстремальных – *В.Ш.*) – например, сорная и степная группа – усиливаются, отражая этим увеличение площадей ландшафта открытого типа местообитаний. На тех местах, где уничтожаются или сводятся лесные сообщества, активно разбиваются, прежде всего, виды луговых, а затем, при дальнейшем прессинге и лугово-степных, степных ценозов. В результате создаются условия для антропогенного остепнения, которое проявляется, прежде всего, в участии видов собственно открытых местообитаний. Последнее способствует спонтанному появлению и повышенному участию малолетних (однолетних и двулетних) растений. Участие этой группы отражает степень синантропизации той или иной флоры. В антропогенно трансформированных средах на долю их приходится не менее 1/3 общего состава флоры [Шадрин, 1992, 2000, 2006, и др.], что приводит к упрощению и обеднению видового состава флоры.

В городском ландшафте имеют тенденцию сокращаться влажные экотопы, приуроченные к различным типам водотоков, где биота чувствительна даже к малейшим их изменениям. Человек всячески борется с такими местообитаниями: загоняет реки в трубы, они оказываются зарегулированными, подвергаются массовой сезонной рекреации, жилищное строительство близ берегов рек провоцирует оползни, при прокладке дорог осушаются болота и т.п.

В долинах рек городского ландшафта можно ещё наблюдать и любоваться естественной природой. Естественные местообитания вдоль речных долин увеличивают протяженность и ёмкость природных сред жизнеобеспечения от периферии к центру города, поддерживая диссипативные и протективные свойства и функции городской экосистемы, и, таким образом, создают и расширяют потенциал зелёных коридоров, а вместе с тем и экологический каркас города, благоприятствующий

жизни населения. К сожалению, человеческое общество не ценит этого, разрушая или уничтожая сохранившиеся природные экосистемы в городской среде, что ведёт к уменьшению гетерогенности ландшафта, а далее к снижению биоразнообразия и ослаблению устойчивости самой экосистемы города.

Роль зелёных коридоров могут и должны выполнять также дорожные магистрали, соединяющие окрестности с центром, если продумана их инфраструктура. Однако внутригородские насаждения вдоль дорог находятся в экстремальных условиях: часто наблюдается заасфальтированность территории вокруг стволов деревьев, что оставляет место лишь для небольшой части корней. Летом под нагретым асфальтом возникают горячие горизонты, где почва перегревается достигая более 40° С, а зимой сильно промерзает – до -10-13° С. В результате перепад температур составляет 50-55° С, отчего верхние жизненно активные слои почвы не содержат живых корней [Горышина, 1991]. Отсюда многие деревья болеют от того, что в них снижается содержание аскорбиновой кислоты [Поварничина и др., 2005; Бухарина и др., 2012], играющей существенную роль в иммунных системах организмов, угнетается рост деревьев, появляются признаки суховершинности [Бухарина и др., 2007], срок жизни укорачивается. Например, липа живёт не более 100-150 лет [Куракова, 1967], и на неё же приходится «наибольшее количество особой неудовлетворительной состояния» при магистральных посадках [Бухарина и др., 2012].

Трансформацию или синантропизацию растительного покрова можно выявить и по спектру ведущих семейств флоры. Например, по всей Удмуртии, как на севере, так и на юге, преобладают три крупных семейства – сложноцветные, злаки и осоковые [Ильминских и др., 1985; Ильминских и др., 1987]. Это является характерной чертой флор, входящих в более обширную флористическую область – Бореальную, а также и Среднеевропейскую [Гумбольдт, 1936; Толмачев, 1974; Шмидт, 1980]. Но это справедливо для флор, сохраняющих природные черты развития. При антропогенном преобразовании среды, и особенно с положением более южным, куда смещаются и флоры городов, усиливаются позиции теплолюбивых, или термофильных семейств (экология семейств приводится по Л.И. Малышеву [1972], таких, как крестоцветные, бобовые, губоцветные, зонтичные, гречишные. В полной мере можно соотнести это и для городов как элементов антропогенного ландшафта. Спектр семейств и их особенности для городов вообще [по Ильминских, 2014], выглядит так: сложноцветные, злаки, крестоцветные, маревые, розоцветные, гречишные, бобовые, гвоздичные, норичниковые, губоцветные, лютиковые, зонтичные, осоковые, ивовые. При этом роль термофильных семейств, отмечает он, – бобовые, маревые, гречишные, зонтичные и семейств, тяготеющих к экстремальным условиям обитания – сложноцветные, злаки, крестоцветные (по сути, также термофильные – В.Ш.) – явно усиливается. Поскольку, как мы видим, большинство из них входит в лидирующий десяток семейств приведённого спектра. Соответственно, роль термофобных и гигрофильных семейств – осоковые, гвоздичные, норичниковые, лютиковые, ивовые, розоцветные – малозаметна.

В антропогенном ландшафте г. Ижевска и его окрестностей [Ильминских, 2014] спектр семейств выглядит следующим образом: сложноцветные, крестоцветные, злаки, розоцветные, бобовые, зонтичные, губоцветные, гречишные, маревые, гвоздичные, лютиковые, норичниковые, подорожниковые, что также отражает таковой спектр, характерный для флоры городов в целом. Мы можем отметить здесь ещё и такую особенность: выпадающее из данного спектра семейство осоковые, или занимающее одно из последних мест в выше указанном спектре для городов в целом, также убедительно говорит о том, что городские флоры отражают или испытывают существенную антропогенную трансформацию. Анализируя приведённые здесь спектры семейств, можем отметить, что в них преобладают семейства, которые носят явно выраженный синантропный характер (по числу и роли синантропных видов), такие как сложноцветные, крестоцветные, бобовые, губоцветные, злаки, гвоздичные, гречишные [Шадрин, 1992, 2000, 2006], что придаёт флорам выраженный ксерический оттенок, сближая с флорами и более южных территорий. Важно отметить, что спонтанное произрастание синантропных видов, особенно дичающих интродуцентов, приводит на определённом этапе развития флоры к резкому повышению её биоразнообразия, что видно на примере такового богатства г. Ижевска. В дальнейшем, при усилении роли синантропных видов и вытеснении ими видов аборигенных, может произойти нивелирование и вульгаризация флоры, сопровождающаяся резким снижением её биоразнообразия.

Наиболее контрастно и явно особенности синантропизации растительного покрова, в данном случае его составляющей – флоры, можно проследить на формирующих и составляющих урбаноландшафт, экотопах, или местообитаниях, где развиваются свои отдельности, или частные флоры (в понимании Б.А. Юрцева, 1968 – парциальные флоры – ПФ) [Юрцев, 1968]. В городской

среде, казалось бы, формируется довольно большое разнообразие экотопов, даже больше, чем в природной среде, но это за счёт антропогенной гетерогенности ландшафта. Ибо здесь, кроме сохранившихся естественных экотопов в неудобьях, лесопарках или долинах рек, широко представлены и преобладают экотопы искусственной среды разной степени трансформированные или гемеробные [Зукопп и др., 1981]. Тем не менее, антропогенные факторы и трансформированный эдафотоп выравнивают местообитания городской среды единообразием и бедностью экологических факторов. Если выстроить ряд экотопов от более-менее сохранившихся природных (а-, олигогемеробных) до преобразованных (мезо-, эугемеробных) или искусственных (поли-, метагемеробных) можно проследить основные тенденции урбанизации их ПФ, а вместе с этим и всей флоры того или иного ландшафта. На примере некоторых широко встречающихся ПФ экотопов г. Ижевска (приняв за внимание тоже спектр семейств) продемонстрируем это в таблице 5.3.1.

Таблица. 5.3.1

Ранги ведущих семейств в парциальных флорах некоторых экотопов г. Ижевска												
Семейства	Парциальные флоры экотопов											
	Гор. леса	Парк Кир.	Парк Кос.	Лес. пос.	Пляж	Нес. св.	Газ.	Двор. ст.	Агроланд.	Авт. дор.	Ж.д.	Шл. отв.
Сложноцветные	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Злаки	2	3	2	3	2	2	2	2	7	4	4	2
Розоцветные	3	2	1	2	-	4	6	-	-	3	3	7
Бобовые	4	4	6	4	3	3	4	6	2	2	2	6
Зонтичные	5	9	4	5	10	-	7	7	10	8	5	8
Гвоздичные	6	8	9	10	-	10	8	8	3	-	-	-
Крестоцветные	8	5	7	7	4	5	3	3	4	5	6	5
Подорожниковые	7	7	-	-	8	-	10	9	-	9	-	10
Норичниковые	9	-	8	9	9	9	9	-	9	10	9	9
Губоцветные	10	6	5	6	6	7	-	10	6	-	8	-
Гречишные	-	-	10	8	7	6	5	5	5	7	7	3
Маревые	-	10	-	-	5	8	-	4	8	6	10	4

Примечание. Здесь и далее в таблицах приняты следующие сокращения экотопов: Гор. леса – леса, примыкающие к городу, парк Кир. – парк им. С.М. Кирова, парк Косм. – парк Космонавтов, Лес. пос. – внутригородские лесные посадки, Нес. св. – несанкционированные свалки в пределах города, Газ. – газоны, Двор. ст. – несанкционированные дворовые стоянки, Агроланд. – агроландшафт или агроценозы, Авт. дор. – автомагистраль, Ж.д. – железнодорожная магистраль, Шл. отв. – шлакоотвалы.

Спектры семейств, приведённые нами ПФ экотопов, также отражают тенденции, отмеченные для флор городов Н.Г. Ильминских [Ильминских, 2014]. Термофильные семейства заметно усиливают позиции в трансформированных или искусственных экотопах, где занимают высокие места (ранги). При следовании к местообитаниям более природным, или сохраняющим естественные тенденции формирования, укрепляются позиции термофобных семейств. Но, поскольку усиление последних не такое очевидное, то это указывает на то, что флоры природных местообитаний, исследованных нами, испытывают то же антропогенное воздействие. Даже экстерриториальные площади, находящиеся в обслуживании города, такие, как городские свалки и кладбища, также вписываются в тренд антропогенной трансформации приведённых нами местообитаний. Спектр семейств для Ижевска по этим модельным выделам [Ильминских, 2014] следующий: кладбища – сложноцветные, злаки, розоцветные, губоцветные, бобовые, гвоздичные, бурачниковые, гречишные, зонтичные, норичниковые, лютиковые; свалки – сложноцветные, злаки, маревые, крестоцветные, гречишные, розоцветные, пасленовые, бобовые, губоцветные, зонтичные. Первые даже сохраняют естественные тенденции развития флоры, приближаясь к тем местообитаниям, показанным нами, которые также сохраняют эти тенденции на фоне антропогенного прессинга.

Процессы синантропизации флоры г. Ижевска можно оценить с помощью параметров антропогенной трансформации [Шадрин, 1992, 2000, 2006, 2012а, и др.]. Используя полученные нами в ходе исследования экспресс-данные и часть их опубликованных [Шувалова и др., 2009; Шадрин, 2012б; Вахрушева, Шадрин, 2013 и др.], рассмотрим – насколько трансформированы или сохраняют естество развития приведённые местообитания, соответственно отражающие в целом и состояние флоры г. Ижевска (табл. 5.3.2).

Таблица.5.3.2

Параметры антропогенной трансформации экотопов (экосистем) г. Ижевска

Параметры	Парциальные флоры экотопов											
	Окр. леса	Парк Кир.	Парк Кос.	Лес. пос.	Пляж	Нес. свал.	Газ.	Двор. ст.	Агроланд.	Авт. дор.	Ж.д.	Шл. отв.
% видов 10-ти ведущих семейств	68,5	70,0	71,2	72,1	79,5	76,8	84,1	70,1	74,5	81,0	71,5	76,0
% малолетников	14,0	13,0	8,1	15,5	33,8	49,0	36,5	47,4	50,6	32,0	18,4	45,5
% синантропов	40,0	29,0	26,2	44,8	58,4	66,7	71,4	77,8	43,0	60,0	40,8	68,2
Is (индекс синантропизации)	0,65	0,40	0,27	0,81	1,41	2,00	2,50	3,54	0,76	1,46	0,69	2,14
Integr. i	10	8	7	22	31	38	42	37	29	33	18	37

Основные критерии трансформации флор (равно биосистем) показаны в наших работах [Шадрин, 2000, 2006 и др.], там же установлены и критерии оценки их устойчивости. Подчеркнем лишь, что параметры трансформации нарастают в сторону наибольшей нарушенности местообитаний и ПФ, развивающихся в их пределах. Однако, по доле видов ведущего десятка семейств и частично доле синантропных видов, экотопы испытывают очевидный антропогенный прессинг, перешагнув пороговое значение их естества развития [Шадрин, 2000, 2006]. В целом для Ижевска доля видов ведущей десятки семейств по числу видов также составляет более 70% [Ильминских, 2014]. В тоже время, отдельные парцеллы по доле малолетников (окрестные леса, парки Кирова и Космонавтов, лесопосадки, зона отчуждения железной дороги), частью доле синантропов и индексу синантропизации (парки Кирова и Космонавтов) приближаются к таковым природных флор Удмуртии [Ильминских и др., 1985; Ильминских, Шадрин, 1987; Шадрин, 1992, 2000, 2016].

Безусловно, экологические условия, особенно городских экотопов, отличаются между собой, и различные виды сообществ реагируют на эти условия по-разному, т.е. не всегда адекватны на одни и те же воздействия. Отсюда, «параметры трансформации, как показатель реакции организмов на нарушенные экосистемы, отличаются», т.е. «на первый взгляд несопоставимы даже в пределах одного рассматриваемого экотопа, не говоря о группе сравниваемых экотопов» [Шадрин, 2012а]. Истинное их состояние позволяет определить интегрированный показатель антропогенной трансформации среды [Шадрин, 2012а], когда по сумме рангов параметров каждого экотопа можно установить тенденции их естества развития (минимальные значения), или антропогенной трансформации (максимальные значения). Согласно этому, одни из экотопов – парки Космонавтов и Кирова, окрестные леса, зона отчуждения железной дороги и внутригородские лесопосадки либо сохраняют тенденции развития природной составляющей, либо в них наблюдаются демулационные процессы естества развития (см. Integr. I в табл.). Большая часть местообитаний по степени воздействия существенно отрывается от тех, что сохраняют естественные черты развития своих ПФ, и отражает явную антропогенную трансформацию растительного населения. Это последнее направлено на их однообразие, выравнивая частные, а вместе с этим и общие флоры в сторону единообразия и бедности их состава. В основе этого, ещё раз подчеркнём, – наличие антропогенных факторов в сумме с эдафотопом, приводящее к выработке резистентности биосистем, выражающееся увеличением антропотолерантных видов и сообществ, которые с легкостью осваивают или переселяются на различные той или иной степени антропогенно трансформированные экотопы. Антропогенная трансформация приводит к сокращению численности многих аборигенных видов, которые пополняют категорию редких и исчезающих. В этом плане для городской среды важны все те местообитания, где сохраняются и не уничтожены ещё туземные виды растений и сообщества, а

вместе с тем ряд редких и исчезающих видов, это различные неудобья, долины рек, лесные сообщества, зелёные зоны и даже зрелые лесопосадки с наблюдаемыми в них демулационными процессами.

Совместно с флорой процессы синантропизации испытывает и растительность, как часть растительного покрова, где эти процессы в том или ином ценозе, развивающемся в антропогенном ландшафте, проявляются ещё очевиднее. Поскольку в отличие от флоры, растительность характеризуется не только видовым составом, но и определённым их сочетанием и главное связями между собой, зависящими, прежде всего, от экологических факторов среды и ландшафта. Поэтому особенности флоры, какими причинами небыли бы они определены, в какой-то мере проявляются и в растительности, с той разницей, что отражают их группировки растений или сообщества (фитоценозы)

Важным и, пожалуй, основным элементом зелёного каркаса города, несомненно, являются **лесные ценозы**, или сообщества. Лесные массивы, которым отводится главная средоформирующая и средозащитная функции, независимо от того, как они развиты и представлены, являются основным строителем среды растительных сообществ, или эдификатором. В этом проявляется мощное средообразующее воздействие леса на почву и климат. Однако в городском ландшафте Ижевска эти ценозы, а это в основном хвойно-широколиственные и широколиственные леса, отражающие зональность, практически сведены. Остатки их ещё можно обнаружить в неудобьях ландшафта – на склонах, в долинах рек, иногда в оврагах, встречаются в примеси с зелёными насаждениями города, где формируется травянистая растительность, характерная для широколиственных лесов.

Здесь надо отметить, что характеристика лесных сообществ для центральной части Удмуртии, куда входит территория Ижевска, нами уже приведена на примере с. Люк Завьяловского района [Шадрин, 2011], находящегося всего в 15-18 км на северо-запад от города. Поэтому сохранившиеся лесные ценозы городского ландшафта в основном будут схожи по описанию, поскольку развиваются в единой природно-подзональной топической среде. Поэтому приведём лишь основные сохранившиеся средоформирующие естественные и средообразующие антропогенные лесные ценозы городской среды, учитывая их ландшафтные эколого-физиономические, или формационные особенности.

Небольшими участками формации **широколиственных лесов** встречаются в долинах рек Ижевска: *липняки еловые неморально-травяные* с небольшой долей участия клёна платановидного, вяза шероховатого и примесью берёзы повислой и ели сибирской. Для сообществ характерны виды растений, которые продолжают поддерживать активную фитосреду широколиственного антропогенного ландшафта: щитовник мужской, подмаренник душистый, копытень европейский, звездчатка жёстколистная, яснотка крапчатая, сныть обыкновенная. Иные виды, чаще всего из-за рекреационного прессинга, исчезают или становятся редкими: колокольчики широколистный и крапиволистный, воронцы красноплодный и колосистый, володушка золотистая, купена многоцветковая, цицербита уральская и др. Ближе к реке, в липняках произрастают виды увлажнённых мест: бодяк овощной, сердечник горький, мягковолосник водный, двулепестник альпийский. Чудом уцелевшие фрагменты этих ценозов, несомненно, выполняют средоформирующую роль, т.к. поверхностный сток в них не велик, зеркало грунтовых вод держится на высоком уровне и формируется микроклимат повышенной влажности, т.е. оказывают существенное влияние на климат.

На переувлажнённых почвах в поймах городских рек встречаются разрозненные заросли ольхи серой – *сероольшатники*, в редкой примеси с ольхой чёрной, или клейкой. Являясь термофильными сообществами, по сравнению с мелколистными лесами, отражают черты, свойственные больше лесам неморальной зоны, в сложении которой, кроме широколиственных лесов, принимает участие и ольха чёрная [Вальтер, 1974]. В силу этого в них на небольших возвышениях можно встретить представителей зонального широколиственного – копытень, яснотка крапчатая, живучка ползучая, вороний глаз и др. На заболоченных местах изредка представлены и другие виды – калужница болотная, бодяк овощной, осоки вздутая, островатая, тростник обыкновенный и рогоза широколистный. Такие виды, как камыш лесной, лабазник вязолистный, крапива двудомная, двукисточник обыкновенный, паслён сладко-горький образуют обильные заросли, на открытых участках уступая позиции гидрофитам – ряске малой, многокореннику обыкновенному и др. Тем не менее, антропогенный прессинг, проявляющийся больше рекреационным воздействием, стимулирует появлению здесь видов-синантропов, способных адаптироваться в нарушенных средах, это чистотел большой, лопух паутинистый, бодяк щетинистый, бородавник обыкновенный и т.п. В результате создаются более мезофильные условия с сильно

разреженными пространствами, что приводит к «захламлению» не характерными для ценоза видами, в т.ч. луговыми.

Формация **темнохвойных лесов** на территории города, впрочем, окрестностей тоже, представлена смешанным типом ценозов, с большим участием широколиственных, нежели мелколиственных пород. Соответственно в травянистом покрове можно встретить виды широколиственных, такие как: копытень европейский, чистец лесной, цицербита уральская, бор развесистый и др. По этой причине все ельники, развивающиеся в долинах рек урбаноландшафта, являются *неморально-травяными или липовыми*. Эти хвойно-широколиственные ценозы сохраняют идентичность с широколиственно-еловыми – липняками еловыми. Испытывая рекреационную нагрузку, они сильно захламливаются строительным и бытовым мусором и рудерализуются при участии синантропных видов: полынь обыкновенная, бодяк щетинистый, василёк шероховатый, короставник полевой, мятлик луговой, ежа сборная, чистотел большой и др. В подлеске их активно разрастается чужеземец – клён ясенелистный, или американский. В большинстве своём в городской среде ценозы ельников превращаются в парковый тип, поскольку, развивая поверхностную корневую систему, ель не выдерживает переуплотнения почвы и постепенно прореживается. В результате, особенно в старых зарастающих посадках, формируются небольшие сообщества *ельников кисличных рудерально-травяных*, где кроме указанных выше синантропов встречаются беженцы из культуры: яблоня ягодная, недотрога мелкоцветковая, золотарник канадский и др. По сути происходит биологическое загрязнение и трансформация ельников неморально-травяных, особенно тех, что примыкают к садоогородным массивам города и к долинам рек Подборенка, Пазелинка, Чемошурка.

Во влажных местах долин рек, при сохранившемся участии широколиственного и минимальном антропогенном прессинге, можно обнаружить богатые видовым разнообразием ценозы *ельников приручевых неморально-травяных*, с низинными и низинно-переходными болотцами. Кроме широколиственного здесь произрастают растения влажных мест обитаний: бодяк овощной, чемерица Лобеля, валериана лекарственная, мягковолосник водный и др. Для бывшего реликтового генезиса подобных ценозов, особенно ближе к истокам рек, интересны редко встречающиеся там виды – диплазий сибирский, воронцы красноплодный и колосистый, овсяница гигантская, пузырник ломкий и др. В долине рек Подборенка, Пазелинка, Чемошурка, Позимь встречаются *ельники ольхово-лабазниковые*, развивающиеся при заболачивании предыдущих ельников. В основном ярусе развивается ель, в подлеске – ольха серая, в травянистом – крупные травы: лабазник вязолистный, крапива двудомная, чемерица, дудник лесной, купырь лесной. Здесь также встречаются гравилат речной, земляника лесная, полевика побегообразующая, зюзник европейский, шлемник обыкновенный, осока острая, ряска малая, многокоренник, недотрога, калужница и др. Однако, вследствие избыточной рекреации, ельники увлажнённых экотопов сильно прореживаются и по составу заметно обедняются, и становятся уязвимыми для синантропов, таких как бодяк щетинистый, лапчатка гусиная, чертополох курчавый и др. И всё же для города они выполняют важную функцию в поддержании его экологического каркаса посредством сохранения естественного характера развития ценозов и увеличения природной мозаичности урбаноландшафта.

В более сухих местах, где подрост ели сильно разрастаясь, плотно смыкается или прореживается, вследствие переуплотнения почвы формируются деградированные *ельники-зеленомошники*, являющиеся довольно редкими ценозами городской среды и в основном приурочены к долинам рек. В них на почве местами развит покров из зелёных мхов и спорадично произрастают травы: кислица, ожика волосистая, копытень, земляника лесная, звездчатка жёстколистная, живучка ползучая и др.

Небольшими участками встречаются хвойно-мелколиственные леса, где при участии в подлеске широколиственных пород в травянистом пологе также развиваются виды, свойственные неморальным сообществам. Они являются вторичными и появляются после вырубki предшествующих коренных лесов. Древесный ярус их состоит из вторичных пород: берёзы повислой и осины с естественным возобновлением под их пологом ели. В этих антропогенно обусловленных ценозах зональные черты растительного покрова нивелируются. Встречающиеся в пределах Ижевска хвойно-мелколиственные леса образовались после рубок подзонально-подтаёжных хвойно-широколиственных с преимущественным участием липы.

Осинники составляют единый тип формации *осинники еловые неморально-травяные*. Среди трав встречаются и представители таёжных сообществ: кислица обыкновенная, костяника, борец северный, и неморальные. В антропогенном ландшафте они сильно прореживаются и рудерализуются. При участии берёзы формируются *березняки еловые неморально-травяные*, травянистый состав которых идентичен таковому осинников еловых. Как самостоятельная единица в

ландшафте города они практически не сохранились и лишь представляют отдельные куртины в осинниках еловых с оттенком рудерализации, куда проникают такие синантропы как лопух малый, бодяк щетинистый, синяк обыкновенный и др. В случае доминирования ели в таких сообществах формируется *ельник-березняк осиновый неморально-травяной*, либо *ельник осиновый неморально-травяной*. При активном участии липы образуются *осинники* и *березняки елово-липовые*. В антропогенном ландшафте Ижевска они также сильно деградируют в *елово-липовые снытьево-рудерально-травяные* сообщества, где наблюдается приток синантропов-рудералов, таких как костер безостый, василек шероховатый, лопух паутинистый, клевер ползучий, борщевик Сосновского, лапчатка гусиная, люцерна посевная, пастернак лесной и др. Сохранившиеся в них широколиственные автохтонные сообщества позволяют им выполнять эдификаторную и сохранительную функции.

По поймам крупных рек – Позимь и Иж – развиваются заросли *ивняков заболоченных*, с небольшими низинными и низинно-переходными кочкарными болотами. В поймах мелких рек формируется смешанный ивово-ольховый заболоченный, реже ивово-осиновый тип растительности, травянистый состав которых практически одинаков и аналогичен ольшатникам. Разница лишь в том, что в ивняках зачастую травянистый состав беднее. Подвергаясь рекреационному и иному воздействию в них происходит уплотнение эдафотопы, что приводит к образованию сети тропинок и создает возможность для проникновения сорных видов синантропов, например: ромашка непахучая, латук татарский, незабудка редкоцветковая, пастушья сумка обыкновенная, одуванчик и др. Но роль уязвимых сообществ болотных экотопов очевидна – создают благоприятный климат и микроклимат для окружающей среды, в том числе городской, выполняя своего рода роль санитаров в антропогенном ландшафте.

Внутригородские территории Ижевска заняты и **светлохвойными** лесами, представляющими главным образом разные стадии демутации бывших посадок сосны. Последние, совместно с лиственницей, составляют основу внутригородских зелёных зон, где в настоящее время наблюдается зарастание подлеска агрессивным чужеземцем – клёном американским, заглушающим или тормозящим демутационную стадию их развития. В них наблюдается также большая замусоренность из-за несанкционированных свалок и организации пикников, где поселяются сорные, или синантропные виды такие как короставник полевой, клевер ползучий, василёк шероховатый, горошек мышиный, одуванчик, чистотел и др. Тем не менее, в зелёных насаждениях города встречаются цицербита уральская (эндемик Урала и Предуралья), купены многоцветковая и душистая, герань Роберта и другие представители широколиственного, указывающие на демутационные процессы экосистем в сторону их естественного развития и где формируются *сосняки неморально-травяные*. Безусловно, роль их в антропогенном ландшафте очевидна.

При участии сосновых и лиственничных посадок в купе с лиственными породами создаются искусственные экосистемы – живые придорожные изгороди, лесозащитные полосы, зоны отчуждения вдоль железнодорожных полотен, обочины автомагистралей и автострад, городские парки, зелёные зоны и др., благодаря чему увеличивается мозаичность ландшафта, появляются дополнительные экологические ниши и экотопы. Увеличивается ёмкость сохранившихся природных ландшафтов, вследствие чего последние становятся более резистентными к внешним воздействиям и появляется маневренность для их рекреационной ёмкости в антропогенном ландшафте. В свою очередь сохранность природно-ландшафтных сред городской территории также увеличивает мозаичность экотопов, отсюда биоразнообразие экосистем возрастает, повышается их резистентность к действующему фону антропогенных нагрузок. Поэтому важно не разрушать, а сохранять или поддерживать развитие природных объектов, и даже находящихся на стадии демутации, среди антропогенного ландшафта, которые выполняют и средоподдерживающие и средоформирующие функции любой среды, в т.ч. антропогенной, поскольку в последней выполняют кроме этого ещё и эстетическую, и рекреационную, и санитарную функции. В целом всё это формирует и поддерживает зелёный пояс, благоприятствующий экологическому каркасу города.

6. Современное состояние животного мира

6.1. Характеристика состояния наземных беспозвоночных животных (на примере муравьёв)

На территории Удмуртской Республики к настоящему времени выявлено 50 видов муравьёв [Адаховский, 2004; Адаховский, 2005], что является довольно высоким показателем для зонально-ландшафтных условий юга лесной зоны. Повышенному уровню разнообразия данных насекомых способствует, в первую очередь, выраженный диапазон природных условий региона, охватывающий южную тайгу, подтайгу и фрагменты широколиственных лесов и лесостепи на крайнем юге. Это сочетается с разнообразием ландшафтных факторов региона, проявляющимся на уровне почвообразующих пород, типов растительности, долинных эффектов, преобразующей деятельности человека. Социальный образ жизни, активность многих видов в освоении среды и экологическое разнообразие позволяет муравьям осваивать практически все типы наземных биотопов республики, в ряде из которых они выступают как регуляторы отдельных таксоценозов. В этом отношении городская среда может расцениваться как сложный, пространственно и ценотически гетерогенный и сукцессионно-динамичный комплекс местообитаний, дифференцированно осваиваемый муравьями.

Здесь дается обобщение данных по разнообразию муравьёв, обитающих в различных биотопах в черте г. Ижевска, и установлению общих закономерностей формирования их видового состава. В качестве обобщающей характеристики рассматривается показатель урботолерантности, отражающий интегрированные реакции видов на условия городской среды, проявляющиеся на уровне их численности и видового состава. К настоящему времени на территории г. Ижевска установлено обитание 24 видов муравьёв, что составляет около 50% их регионального разнообразия. Важнейшие биологические и экологические характеристики видов муравьёв города, установленные на основании наблюдений автора и использования литературных источников [Арнольди, 1968; Длусский, 1967; Захаров, 2015], приведены в таблице 6.1.1.

Эти данные показывают, что с точки зрения урботолерантности городская фауна муравьёв образована следующими группами: урбофилы – 1 вид (4,2% от общего состава), урботолеранты (выраженные, умеренные) – 6 (25,0%), урбофобы (умеренные и истинные) – 17 (70,8%).

К первой группе относится такой выраженный синантропный инвазивный вид, как фараонов муравей (*Monomorium pharaonis*), живущий исключительно в макротермных условиях городских квартир. Уровень заселённости жилищ человека данным видом в городе в настоящее время в среднем невысокий, однако проявляются нерегулярные колебания численности, характерные в целом для прочих синантропных насекомых.

К группе урботолерантов относятся эврибионтные и эвритопные луговые герпетобионтные виды муравьёв, способные к устойчивому обитанию, в том числе и в выражено специфичных условиях городской застройки. Здесь их основными местообитаниями являются любые задернованные и озеленённые участки, являющиеся местами устройства гнёзд и колоний. К ним относятся такие виды, как прыткий (*Formica cunicularia*) и краснощёкий степные муравьи (*F. rufibarbis*), чёрный (*Lasius niger*) и бледноногий земляные муравьи (*L. alienus*), мирмика луговая (*Myrmica rugulosa*) и дерновый муравей (*Tetramorium caespitum*). Показательным для них является пластичность гнездостроения и способность к обитанию в гнездах без надземных построек.

Группа урбофобов наиболее многочисленна и включает, в основном, лесные и лугово-лесные виды, слабо приспособленные к обитанию в открытых биотопах и биотопах с высоким уровнем рекреационной нагрузки. Их основными местообитаниями являются как внутригородские, так и чаще периферийные лесные и лугово-лесные территории полустественного характера. Среди них можно выделить дендробионтов (блестящий (*Camponotus fallax*), золотистоволосый (*C. saxatilis*) и красногрудый муравьи-древоточцы (*C. herculeanus*), пахучий муравей-древоточец (*Lasius fuliginosus*)). Для их гнездования необходимо наличие деревьев, как правило, зрелого возраста, так и лесных и лугово-лесных герпетобионтов, тяготеющих к среде с общим низким уровнем трансформации наземного яруса травостоя и подстилки. При этом некоторые из них отличаются тяготением к образованию крупных или выраженных надземных гнездовых построек: рыжий (*Formica rufa*), малый (*F. polyctena*), тонкоголовый лесные муравьи (*F. exsecta*) и луговая формика (*F. pratensis*). В связи с этим практически все виды урбофобов в той или иной степени могут считаться индикаторами антропогенной нагрузки и трансформированности городской среды [Малоземова, Малоземов, 1993].

Таблица 6.1.1

Основные биологические и экологические характеристики муравьёв, обитающих
на территории г. Ижевска

Названия видов	Экологическая группа, ценотическая ярусность	Тип гнездостроения	Урботолерантность	Важнейшие биотопы в городе
Блестящий муравей-древоточец (<i>Camponotus fallax</i>)	Дендробионт стволовой	В стоячих древесных стволах	Умеренный урбофоб	Парки, старые скверы
Красногрудый муравей-древоточец (<i>Camponotus herculeanus</i>)	Дендробионт стволовой, пнёвый	В стоячих древесных стволах, пнях	Урбофоб	Пригородные леса и парки
Золотистоволосый муравей-древоточец (<i>Camponotus saxatilis</i>)	Дендро-герпетобионт	В отмерших лежащих стволах и фитогенных полях деревьев	Урбофоб	Пригородные леса
Рыжий лесной муравей (<i>Formica rufa</i>)	Лесной герпетобионт	Надземный, крупнокупольный	Урбофоб	Пригородные леса
Малый лесной муравей (<i>Formica polyctena</i>)	Лесной герпетобионт	Надземный крупнокупольный	Умеренный урбофоб	Пригородные леса и парки а
Тонкоголовый лесной муравей (<i>Formica exsecta</i>)	Опушечно-лесной герпетобинт	Надземный средnekупольный	Урбофоб	Пригородные леса
Луговая формика (<i>Formica pratensis</i>)	Луговой герпетобионт	Надземный средnekупольный	Умеренный урбофоб	Прогреваемые газоны и луга
Кроваво-красный муравей рабовладелец (<i>Formica sanguinea</i>)	Луговой герпетобионт	Надземный низкокупольный, полуподземный	Умеренный урбофоб	Пригородные леса, пустоши
Бурый лесной муравей (<i>Formica fusca</i>)	Лесной дендро-герпетобионт	Пнёвый, полуподземный	Умеренный урбофоб	Пригородные леса и парки
Прыткий степной муравей (<i>Formica cunicularia</i>)	Луговой герпетобионт	Подземный	Умеренный урботолерант	Парки, луга
Краснощёкий степной муравей (<i>Formica rufibarbis</i>)	Луговой герпетобионт	Подземный	Урботолерант	Газоны, пустоши, луга
Чёрный земляной муравей (<i>Lasius niger</i>)	Эвритопный герпетобионт	Пнёвый, надземный низкокупольный, подземный	Выраженный урботолерант	Парки, скверы, газоны, пустоши
Бледноногий земляной муравей (<i>Lasius alienus</i>)	Лугово-лесной герпетобионт	Подземный бескупольный	Умеренный урботолерант	Парки, скверы, газоны, пустоши
Жёлтый земляной муравей (<i>Lasius flavus</i>)	Луговой геобионт	Низкокупольный подземный	Умеренный урбофоб	Пригород. леса, парки, скверы, газоны, пустоши
Пахучий жёлтый земляной муравей (<i>Lasius umbratus</i>)	Лугово-лесной геобионт	Подземный низкокупольный, субстратный	Умеренный урбофоб	Парки, скверы, пустоши
Пахучий муравей-древоточец (<i>Lasius fuliginosus</i>)	Дендробионт	Стволовой, в фаутных деревьях	Умеренный урбофоб	Пригородные леса и парки
Подкорный муравей (<i>Leptothorax acervorum</i>)	Лесной дендро-герпетобионт	Стволовой, подкорный, пнёвый, в фитогенных полях	Умеренный урбофоб	Пригородные леса и парки
Фараонов муравей (<i>Monomorium pharaonis</i>)	Синантроп	Полостное	Урбофил	Дома
Мирмика рыжая (<i>Myrmica rubra</i>)	Лугово-лесной герпетобионт	Надземный низкокупольный, пнёвый	Умеренный урбофоб	Парки, скверы, луга
Мирмика морщинистая (<i>Myrmica ruginodis</i>)	Лесной герпетобионт, дендрофил	Надземный низкокупольный, пнёвый	Умеренный урбофоб	Пригородные леса и парки

Мирмика моховая (<i>Myrmica scabrinodis</i>)	Лугово-лесной герпетобионт	Надземный низкокупольный	Урбофоб	Пригородные леса и парки
Мирмика луговая (<i>Myrmica ruginodis</i>)	Луговой герпетобионт	Надземный низкокупольный, подземный	Умеренный урботолерант	Парки, луга, пустоши
Мирмика шенки (<i>Myrmica schencki</i>)	Лугово-лесной герпетобионт	Подземный	Урбофоб	Пригородные леса и парки
Дерновый муравей (<i>Tetramorium caespitum</i>)	Луговой герпетобионт	Надземный низкокупольный, подземный	Умеренный урботолерант	Парки, скверы, газоны, пустоши

Указанные особенности в отношении реакций муравьёв на характер городской среды в каждом конкретном случае и на определенной территории в Ижевске имеют специфический характер, уровень индивидуальности которого наиболее высок в крупных внутригородских и периферийно городских лесных комплексах.

6.2. Характеристика состояния водных беспозвоночных животных

Беспозвоночные Ижевского водохранилища

Зоопланктон. Планктоном называется совокупность организмов, пассивно перемещающихся с током воды. В наших водоемах зоопланктон - основное сообщество беспозвоночных, обеспечивающее нормальное функционирование водных экосистем, их самоочищение и являющееся кормовой базой многих видов рыб [Жадин, 1960; Константинов, 1979; Кожова, 1987].

Планктон водохранилищ формируется в основном из планктона рек, на базе которых они созданы [Жадин, Герд, 1961].

В стоячих водоёмах основная масса зоопланктонных организмов сосредоточена в центральной части (пелагический планктон), где её распределение мало зависит от глубины, тогда как у берегов зоопланктона мало (литоральный зоопланктон). Однако в литорали зоопланктон представлен большим числом видов [Эрхард, Сежен, 1984].

Зоопланктон составляют обычно три систематические группы беспозвоночных: коловратки (тип Rotatoria), ветвистоусые рачки (отряд Cladocera, подкласс Phyllopoda) и веслоногие рачки (подкласс Copepoda). Кроме того, выделяют группировку микрозоопланктона, к которой относятся простейшие.

Зоопланктон Ижевского водохранилища изучался под руководством В.Ю. Захарова. За период с 2006 по 2014 годы в составе зоопланктона приплотинной части зарегистрировано 172 таксона.

Распределение зоопланктона по акватории Ижевского водохранилища крайне неравномерно. Наибольшее число видов, численность и биомасса отмечены в верховьях. Минимальные значения этих показателей характерны для приплотинной части и района шлакоотвалов, что обусловлено влиянием промышленных стоков с городской территории.

Основой видового состава являлись простейшие (35%) и коловратки (30%). Меньшим разнообразием обладали ветвистоусые (8,7-50%). Веслоногие рачки и прочие группы составляли значительно меньшую долю – по 7%.

Всего зарегистрирован 31 вид простейших. В качестве фоновых видов можно отметить *Diffugia oblonga* (Sarcodina), *Epistylus plicatilis* (Ciliata), *Epistylus rotans* (Ciliata) и *Tintinnopsis cratera* (Ciliata) [Евсеева, 2008]. В 2009-2010 годах в составе микрозоопланктона преобладали следующие простейшие организмы: *Tintinnopsis cratera* (Ciliata), *Nebela collaris* (Testacea) [Котегов и др., 2013].

Среди коловраток наиболее разнообразными оказались представители родов *Trichocerca* (8 видов) и *Keratella* (7). На роль фоновых в разные годы претендовали виды *Keratella cochlearis* (Gosse), *K. irregularis* (Lauterb.), *K. quadrata* (Müller, 1786), *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879), *Lecane luna* (Müller, 1776), *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832), *Trichocerca pusilla* (Lauterb.), *Asplanchna priodonta* Gosse, *Brachionus angularis* Gosse и *Polyarthra dolichoptera* Idelson.

Наиболее многочисленными среди видов подкласса Phyllopoda являются представители рода *Ceriodaphnia* (8 видов). По всей акватории Ижевского водохранилища доминируют *Bosmina coregoni* Baird, *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), *Daphnia cucullata* Sars, *D. longispina* O.F. Müller. К

субдоминантам можно отнести *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Müller). При повышении мутности воды численность ветвистоусых сокращается.

Доля веслоногих раков и их личинок (науплиусов) в общем видовом разнообразии небольшая. Отмечено 16 видов, принадлежащих к двум подотрядам – Cyclopoida и Calanoida. На роль фоновых могут претендовать встречающиеся практически во всех пробах виды *Eucyclops serrulatus* (Fisch.), *Paracyclops fimbriatus* (Fisch.), *Thermocyclops oithonoides* (Sars), *Th. crassus* (Fisch.), *Mesocyclops leuckarti* Claus и *Acanthocyclops vernalis* (Fisher) [Евсеева, 2008].

Планомерное исследование зоопланктона Ижевского водохранилища на 12 станциях отбора проб было проведено в 2010 году. Основу биомассы (80%) и численности (70%) зоопланктона обеспечивали клadoцеры. При этом на прибрежных участках верхнего и среднего плёсов наиболее высокая биомасса в 2010 году отмечалась у веслоногого рачка *Mesocyclops leuckarti* Claus.

В целом, массовое развитие организмов зоопланктона в Ижевском водохранилище летом 2010 года было связано с периодическими всплесками численности некоторых видов клadoцер-фильтраторов и коловраток-микрофагов, суммарное обилие которых достигало на отдельных участках значений в 1-4 млн экз./м³. Пик биомассы зоопланктона отмечался в июле (табл. 6.2.1) [Котегов и др., 2013].

Таблица 6.2.1

Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона Ижевского водохранилища в 2010 г. [Котегов и др., 2013]

Показатель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Средняя биомасса, г/м ³	0,15	2,86	5,77	1,66	1,08
Средняя численность, тыс.экз/м ³	6,50	500,60	1053,12	286,00	132,00

На развитие зоопланктона Ижевского водохранилища заметное влияние оказывают: мутность воды, температура воды, интенсивность цианобитного «цветения» и кормовые условия (биомасса зеленых и эвгленовых водорослей) [Котегов и др., 2013].

Макрозообентос. За период с 2006 по 2014 годы в составе макрозообентоса Ижевского водохранилища зарегистрировано 193 вида и таксона рангом выше вида (табл. 6.2.2).

Таблица 6.2.2

Таксономический список макрозообентоса Ижевского водохранилища

Таксономическая группа	Название таксона
Mollusca (Моллюски)	<i>Sphaerium corneum</i> (L., 1758), <i>Musculium creplini</i> (Dunker, 1845), <i>Nucleocyclus radiata</i> (Westerlund, 1897), <i>Pisidium amnicum</i> (O.F. Müller, 1774), <i>Euglesa sp.</i> , <i>Unio protractus</i> Lindhom, 1922, <i>U. pictorum</i> (L., 1758), <i>Anodonta cygnea</i> (Linne, 1758), <i>Lymnaea ampla</i> (Costa, 1778), <i>L. balthica</i> (L., 1758), <i>L. fragilis</i> (Linnaeus, 1758), <i>L. stagnalis</i> (L., 1758), <i>L. auricularia</i> (L., 1758), <i>L. lagotis</i> (Schranck, 1803), <i>L. ovata</i> (Draparnaud, 1805), <i>Physa adversa</i> (Costa, 1778), <i>Anisus contortus</i> (L., 1758), <i>A. albus</i> (O F Müller, 1774), <i>A. vortex</i> (L., 1758), <i>A. vorticulus</i> (Troschel, 1834), <i>Planorbis planorbis</i> (L., 1758), <i>Hippeutis fontana</i> (Lightfoot, 1786), <i>Planorbarius corneus</i> (Linnaeus, 1758), <i>Acroloxus lacustris</i> (L., 1758), <i>Cincinna (C.) dilatata</i> (Eichwald, 1830), <i>C. (S.) sibirica</i> (Middendorff, 1851), <i>C. (S.) frigida</i> (Westerlund, 1885), <i>C.(A.) pulchella</i> (Studer, 1820), <i>C. klinensis</i> (Milachevich, 1881), <i>Contectiana listeri</i> (Forbes et Hanley, 1835), <i>Bithynia (M.) decipiens</i> (Millet, 1843), <i>B. producta</i> (Moquin-Tandon, 1855), <i>B. tentaculata</i> (L., 1758), <i>Digyracidum bourguignati</i> (Paladilhe, 1869), <i>Opisthorchophorus troscheli</i> (Paasch, 1842)
Oligochaeta (Малошетинковые черви)	<i>Aulodrilus limnobius</i> Bretscher, 1899, <i>Tubifex tubifex</i> (O.F.Müller, 1773), <i>Limnodrilus sp.</i> Claparede, 1862, <i>L. hoffmeisteri</i> Claparede, 1862, <i>L. udekemianus</i> Claparede, 1862, <i>L. profundicola</i> (Verrill, 1871), <i>Spirosperma ferox</i> Eisen, 1879, <i>Potamotrix hammoniensis</i> (Michaelson, 1901), <i>P. moldaviensis</i> Vejdosky et Mrazek, 1902*, <i>Isochaetides newaensis</i> (Michaelson, 1902), <i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767), <i>Ophidonais serpentina</i> (Müller, 1773), <i>Ripistes parasita</i> (Schmidt, 1847), <i>Nais barbata</i> O.F.Müller, 1773, <i>N. dehningi</i> Michaelson, 1923*, <i>N. pseudobiusa</i> Piguet, 1906, <i>N. elingius</i> O.F.Müller, 1773*, <i>Pristina aquiseta</i> Bourne, 1891*, <i>P. bilobata</i> (Bretscher, 1903)*, <i>Uncinais uncinata</i> Oersted, 1842, <i>Vejdovskiella intermedia</i> (Bretscher, 1896)*, <i>Dero obtusa</i> d'Udekem, 1855, <i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F. Müller, 1773)
Hirudinea (Пиявки)	<i>Erpobdella octoculata</i> (L., 1758), <i>E. testacea</i> Savigny, 1820, <i>E. lineata</i> (O.F.Müller, 1774), <i>Haemopsis sanguisuga</i> (L., 1758), <i>Glossiphonia complanata</i> (L., 1758), <i>Hemiclepsis marginata</i>

	(O.F. Müller, 1774), <i>Protoleipsis tessulata</i> (O.F. Müller, 1774), <i>Helobdella stagnalis</i> (L., 1758)
Hidracarina (Водяные клещи)	<i>Lebertia</i> sp. Neuman, 1880, <i>Eylais</i> sp. Latreille, 1776, <i>E. koenikei</i> Halbert, 1903
Ephemeroptera (Подёнки)	<i>Baetis</i> sp. Leach, 1815, <i>Cloeon</i> sp. dipterum L., 1758, <i>Caenis horaria</i> L., 1758, <i>C. robusta</i> Eaton, 1884, <i>C. lactea</i> (Burmeister, 1839), <i>C. sp. macrura macrura</i> Stephenis, 1835, <i>Ephemera vulgata</i> L., 1758, <i>Siphonurus</i> sp. Eaton, 1868
Plecoptera (Веснянки)	<i>Perlodes</i> sp. Banks, 1903
Heteroptera (Клопы)	<i>Microvelia buenoi</i> (Drake, 1920), <i>Nepa cinerea</i> (L., 1758), <i>Ranatra linearis</i> Linne, 1758, <i>Ilyocoris cimicoides</i> L., 1758, <i>Plea minutissima</i> Leach, 1817, <i>Notonecta glauca</i> Linne, 1758, <i>Gerris</i> (A.) <i>naias</i> (De Geer, 1773), <i>G. lacustris</i> (Linnaeus, 1758), <i>G. odontogaster</i> (Zetterstedt, 1828), <i>G. argentatus</i> Schummel, 1832, <i>Limnoporus rufoscutellatus</i> (Latreille, 1807), <i>Cymatia coleoprata</i> (Fabricius, 1777), <i>Sigara striata</i> (Linnaeus, 1758), <i>S. fossarum</i> (Leach, 1817), <i>S. (S) falleni</i> (Fieber, 1848), <i>Micronecta griseola</i> Horváth, 1899
Coleoptera (Жуки)	<i>Haliphus immaculatus</i> Gerhardt, 1877, <i>H. fluviatilis</i> Aube, 1836, <i>H. lineolatus</i> Mannerheim, 1844, <i>H. ruficollis</i> (De Geer, 1774), <i>Brychius elevatus</i> f. <i>cristatus</i> J. Sahlberg, 1873, <i>Acilius sulcatus</i> L., 1758, <i>Dytiscus latissimus</i> L., 1758, <i>D. marginalis</i> L., 1758, <i>Hyphydrus ovatus</i> (L., 1761), <i>Hydroglyphus geminus</i> (F., 1792), <i>Noterus crassicornis</i> (O.F. Müller, 1776), <i>N. clavicornis</i> (De Geer, 1774), <i>Laccobius</i> (L.) <i>minutus</i> (L., 1758), <i>Helochares obscurus</i> (O.F. Müller, 1776), <i>Anacaena lutescens</i> (Stephens, 1829), <i>Enochrus affinis</i> (Thunberg, 1794), <i>E. testaceus</i> (F., 1801), <i>Coelostoma orbiculare</i> (F., 1775), <i>Ochtebius minimus</i> (F., 1792), <i>Scirtes</i> sp. Illiger, 1807, <i>Elodes</i> sp. Latreille, 1796, <i>Oulimnius tuberculatus</i> (P.W.J. Müller), <i>Donacia vulgaris</i> Zschach, 1788
Trichoptera (Ручейники)	<i>Hydropsyche contubernalis</i> MacLachlan, 1865, <i>Athripsodes cinereus</i> (Curtis, 1834), <i>Leptocerus tineiformis</i> Curtis, 1834, <i>Anabolia</i> sp. Stephens, 1837, <i>Phryganea bipunctata</i> Retzius, 1783, <i>Molanna angustata</i> Curtis, 1834, <i>Orthotrichia costalis</i> (Curtis, 1834)
Lepidoptera (Чешуекрылые)	<i>Parapoynx stratiotata</i> L., 1758, <i>Cataclysta lemnata</i> L. 1758
Odonata (Стрекозы)	<i>Platynemesis pennipes</i> (Pallas, 1771), <i>Enallagma cyathigerum</i> Charpentier, 1840, <i>Erythronema najas</i> (Hansermann, 1823), <i>E. humerale</i> Selys, 1887, <i>E. viridulum</i> Charpentier, 1840, <i>Ischnura elegans</i> (Van der Linden, 1820), <i>Calopteryx virgo</i> L., 1758, <i>Epithea bimaculata</i> Charpentier, 1825, <i>Cordulia aenea</i> (L., 1758), <i>Somatoclora metallica</i> (Van der Linden, 1823), <i>Aeschna juncea</i> (L., 1758), <i>Sympetrum striolatum</i> Charpentier, 1840
Diptera (Двукрылые)	Ceratopogonidae gen. sp., Tanypodinae gen. sp., <i>Guttipeloplia guttipennis</i> (van der Wulp, 1861)*, <i>Procladius</i> (H.) <i>choreus</i> Meigen, 1804*, <i>P. ferrugineus</i> Kieffer, 1919*, <i>Tanyptus kraatzi</i> Kieffer, 1913*, Chironominae gen. sp., <i>Chironomus</i> sp. Meigen, 1803, <i>Ch. entis</i> Shobanov, 1989*, <i>Ch. muratensis</i> Ryser, Sholl et Wuelker, 1983*, <i>Ch. obtusidens</i> Goetghebuer, 1921*, <i>Ch. plumosus</i> (Linnaeus, 1758), <i>Cryptochironomus gr. defectus</i> *, <i>Dicrotendipes modestus</i> (Say, 1823)*, <i>D. nervosus</i> (Staeger, 1839)*, <i>Endochironomus albipennis</i> (Meigen, 1830)*, <i>E. stackelbergi</i> Goetghebuer, 1935*, <i>Glyptotendipes glaucus</i> (Meigen, 1818)*, <i>G. gripekoveni</i> (Kieffer, 1913)*, <i>G. paripes</i> (Edwards, 1929)*, <i>Harnischia curtillamellata</i> (Malloch, 1915)*, <i>Lipiniella araneicola</i> Shilova, 1961*, <i>Microchironomus tener</i> (Kieffer, 1918)*, <i>Microtendipes gr. pedellus</i> (De Geer)*, <i>Parachironomus arcuatus</i> (Goetghebuer, 1919)*, <i>Paralaulerborniella nigrohalteralis</i> (Malloch, 1915)*, <i>Polypedilum bicrenatum</i> Kieffer, 1921*, <i>P. nubeculosum</i> (Meigen, 1804)*, <i>Stictochironomus crassiforceps</i> (Kieffer, 1922)*, <i>Cladotanytarsus gr. mancus</i> *, <i>Tanytarsus gr. excavatus</i> *, <i>T. gr. lestagei</i> *, <i>T. verralli</i> Goetghebuer, 1928*, <i>Cricotopus gr. laricomalis</i> *, <i>C. gr. sylvestris</i> , <i>Paratrachocladus inaequalis</i> Kieffer, 1926, <i>Psectrocladius fabricius</i> Zelenzov, 1980*, <i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818), <i>Chaoborus</i> sp. Lichtenstein, 1800, <i>Anopheles maculipennis</i> Meigen, 1818, <i>Culex pipiens</i> Linnaeus, 1758, <i>Atherix ibis</i> (F., 1798), <i>Oxycera</i> sp. Meigen, 1803, <i>Oplodontha viridula</i> (F., 1775), <i>O. argentata</i> Fabricius, 1794, <i>Tabanidae</i> gen. sp.

Примечание. Виды, помеченные звездочкой «*» указаны по данным А.М. Истоминой с соавторами [Истомина и др., 2008].

В экологическом отношении фауна водохранилища представлена преимущественно фитофильными и пелофильными видами. Однако в верховьях встречаются и типичные реофилы.

Наибольшего фаунистического разнообразия достигали личинки двукрылых (49 видов, из которых 39 составляют личинки комаров-звонцов). Также большим числом видов были представлены

жуки (23 вида), клопы (16), стрекозы (11), ручейники и поденки (по 8). Нимфы веснянок представлены всего 1 видом. В донных сообществах установлено 23 вида олигохет и 8 - пиявок. Фауна двусторчатых моллюсков насчитывала 8 видов, брюхоногих - 28. Кроме того были обнаружены круглые черви отряда Mermitida, водные клещи (3 вида), личинки вислоккрылок и чешуекрылых (по 2).

Макрозообентос Ижевского пруда можно разделить на три группы:

- 1) макрозообентос верхней части и прибрежных зон водохранилища, характеризующийся небольшими глубинами и высокой степенью зарастания макрофитами;
- 2) бентос песчаных мелководий, подверженных волновому перемешиванию, высокой рекреационной нагрузке (городской пляж);
- 3) бентос глубоководной части. Глубины до 6 м, песчано-илистые донные отложения. В приплотинной части отбор бентоса не проводили.

Литораль Ижевского водохранилища (глубина до 1,5 м) характеризуется высокой степенью зарастания водными макрофитами, до 80-100 % проективного покрытия и илисто-детритными донными отложениями. В ней зарегистрировано 182 вида макрозообентоса. Здесь преобладают представители фитофильной фауны: брюхоногие моллюски (22 вида), жуки (14) клопы (11), личинки стрекоз (9). Кроме перечисленных групп выявлены олигохеты, двусторчатые моллюски, пиявки и насекомые из отрядов Diptera, Ephemeroptera, Trichoptera и Lepidoptera. По численности преобладали личинки хирономид – 69,6 %, основу биомассы составляли брюхоногие моллюски – 81 %. Средняя плотность организмов макрозообентоса на данных биотопах составила 756,95 экз/м², биомасса – 10,85 г/м².

В районе пос. Воложка обнаружен широчайший плавунец – *Dytiscus latissimus* L., занесенный в Красную книгу Удмуртской Республики с природоохранным статусом 3 [Красная книга, 2012].

В зоне городского пляжа отмечено 12 видов водных макробеспозвоночных. Пиявки: *Erpobdella octoculata*, *E. testacea*, *E. lineata*, *Glossiphonia complanata*, *Helobdella stagnalis*; моллюски: *Bithynia tentaculata*, *Lymnaea auricularia*, *Sphaerium corneum*; личинки комаров-звонцов подсемейств *Orthoclaadiinae* и *Chironominae*. Также обычными представителями данного биотопа являются малощетинковые черви семейства Tubificidae: *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus hoffmeisteri*. Плотность макрозообентоса не превышала 600 экз/м², средняя биомасса 452,12 мг/м².

В глубоководной части пруда отмечено всего 26 видов и родов, из которых личинок двукрылых и малощетинковых червей по 8 видов, жуков – 3, двусторчатых моллюсков – 2, стрекоз, ручейников, вислоккрылок, пиявок и круглых червей отряда Mermitida – по 1.

Основу донной фауны формируют личинки рода *Chironomus* (75 % численности и 81 % биомассы) и малощетинковые черви *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Tubifex tubifex*. Кроме комаров-звонцов фауна двукрылых была представлена личинками слепней, мокрецов и хищными планктонными хаоборусами. Средняя плотность макрозообентоса в профундали составляла 2398,4 экз/м², средняя биомасса – 10,3 г/м². В русловой части пруда на песчано-илистом грунте встречались также крупные двусторчатые моллюски *Unio pictorum*, *Unio protractus*. В некоторых пробах бентос отсутствовал [Холмогорова, 2013].

Наибольшим видовым богатством отличался макрозообентос мелководья верховьев Ижевского водохранилища. Среднее значение индекса Шеннона в этой части водоема составило 2,1 бит/экз. Наименьшим видовым разнообразием отличались донные сообщества профундали Ижевского водохранилища, где средние значения индекса Шеннона и выравненности Пиелу были очень низкими: 0,81 бит/экз и 0,65 соответственно (табл.6.2.3).

Таблица 6.2.3

Показатели развития макрозообентоса на разных участках реки Иж и Ижевского водохранилища (вдхр.)

Участок \ Показатель бентоса	N, экз/м ²	B, г/м ²	H, бит/экз	Выравненность Пиелу	Среднее число видов в пробе	БИ
Выше вдхр.	2001,5	26,25	1,88	0,72	15,47	6,7
Ижевское вдхр. литораль с зарослями макрофитов	757,0	10,85	2,1	0,78	16	7,5

Профундаль	2398,4	10,26	0,81	0,65	3,1	1,8
------------	--------	-------	------	------	-----	-----

Упрощение структуры макрозообентоса в профундали Ижевского водохранилища может быть связано с эвтрофированием, что ведет к недостатку кислорода в придонных слоях и загрязнением донных грунтов тяжелыми металлами и нефтепродуктами.

Малые пруды г. Ижевска

Исследования макробеспозвоночных малых прудов проводились с июня по август 2016 года.

Пруд на реке Малиновка. На реке Малиновка образован каскад из трёх прудов для хозяйственно-бытовых нужд населения и противопожарной безопасности. В административные границы города Ижевска входит только нижний пруд № 3 (56°51'43.59"N, 53°6'7.56"E), расположенный на выезде из Ижевска по Шабердинскому тракту. Длина пруда 268 м. Наибольшая ширина – 65 м. Площадь пруда – 15838 м². Грунты илисто-детритные и песчано-илистые.

В пруду № 3 отмечено 70 видов макробеспозвоночных (табл. 6.2.4). По видовому богатству доминируют гастроподы (15 видов), двукрылые (9), клопы и пиявки (по 8), стрекозы (5). В данном водоеме в основном преобладают пелофильные и фитофильные биоценозы.

В пелофильных биоценозах преобладает хирономидно-губифицидный комплекс, в котором чаще всего встречаются личинки комаров-звонцов подсемейства Chironominae и *Limnodrilus hoffmeisteri*. Из пиявок доминировала малая ложноконская *Erpobdella octoculata*.

В фитофильных биоценозах в массе встречались гастроподы (*Anisus vortex*), клопы (*Ilyocoris cimicoides*, *Notonecta glauca*), нимфы поденок (*Cloeon* гр. *dipterum*).

Пруд рядом с ул. Драгунова. Пруд образован путем запруживания родникового ручья (56°49'31" N, 53°8'12"E). Длина пруда – 66 м. Наибольшая ширина – 35 м. Площадь пруда – 1646 м². Грунты илисто-детритные и глинисто-илистые.

Всего отмечено 59 видов макрозообентоса, среди них гастроподы (14 видов), двукрылые и клопы (по 8), стрекозы (7), пиявки (6), олигохеты (5) (табл. 6.2.4). В пелофильном биоценозе отмечено 32 вида макрозообентоса. Доминантами по численности являются малощетинковые черви из семейства Tubificidae и двукрылые семейства Chironomidae (представители подсемейства п/сем Tanypodinae). Из пиявок доминируют представители семейств Erpobdellidae и Glossiphoniidae.

В фитофильном биоценозе всего было отмечен 41 вид макрозообентоса, видовое ядро составляют в основном гастроподы, водные клопы и нимфы стрекоз.

Пруд на реке Мужвайка образован на реке Мужвайка. Исток реки Мужвайка находится к западу от Ижевска, северо-восточнее деревни Постол: 56°49'53"N, 53°4'54"E. Река течет в восточном направлении. Протекает по юго-западной окраине г. Ижевска. Длина пруда 306 м, ширина – 82 м. Площадь пруда – 16074 м². Грунты илисто-детритные и глинисто-илистые.

Всего на пруду было выявлено 96 видов макрозообентоса (табл. 6.2.4). Наибольшее количество видов отмечено среди брюхоногих моллюсков – 21 вид, стрекоз – 14, ручейников – 10 и двукрылых – 9. Пиявок, клопов, жуков зарегистрировано по 8 видов. Было выделено 3 биоценоза: пелофильный, аргиллофильный и фитофильный.

В пелофильном биоценозе был отмечен 41 вид макрозообентоса, среди них гастроподы 11 видов, двукрылые и пиявки – по 7, ручейники – 5. По численности доминировали двукрылые (семейство Chironomidae подсемейства Chironominae, Orthocladinae, Prodiamesa olivacea, семейство Tabanidae), олигохеты (*Limnodrilus* sp), пиявки (*Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*), двустворчатые моллюски (*Pisidium inflatum*, *Sphaeriastrum rivicola*, *Musculium* sp.), ручейники (*Chaetopteryx villosa*, *Molanna angustata*).

В аргиллофильном биоценозе было обнаружено 34 вида макрозообентоса. Основу видового ядра составляют гастроподы – 16 видов, ручейники – 8, двукрылые – 7. Из гастропод по численности доминировали типичные лимнофильные виды – *Lymnaea balthica*, *L. fragilis*, *Anisus vortex*, *Physa adversa*. Из ручейников преобладали настоящие ручейники семейства Limnephilidae.

В фитофильном биоценозе было отмечено 52 вида макрозообентоса. Основу видового разнообразия составляли гастроподы – 18 видов, стрекозы – 11, водные клопы, пиявки и жуки – по 8. Среди олигохет преобладают фитофильные виды – *Nais simplex*, *Stylaria lacustris*. По численности в фитофильном биоценозе доминировали – олигохеты, улитковые пиявки, прудовик балтийский, физа пузырчатая, водные клещи, клопы рода сигара, поденки *Cloeon* гр. *dipterum*, личинки комаров-звонцов подсемейств ортокладины и хирономыны.

Таблица 6.2.4

Таксономический список макрозообентоса малых прудов Ленинского района г. Ижевска

Таксономическая группа	Таксон
Mollusca (Моллюски)	<i>Sphaerium corneum</i> (L., 1758), <i>Sphaeriastrum rivicola</i> (Lamarck, 1818), <i>Musculium creplini</i> (Dunker, 1845), <i>Pisidium amnicum</i> (O.F. Müller, 1774), <i>P. inflatum</i> (O.F. Müller, 1774), <i>Euglesa sp.</i> Leach in Jenyns, 1832, <i>Lymnaea balthica</i> (L., 1758), <i>L. fragilis</i> (Linnaeus, 1758), <i>L. auricularia</i> (L., 1758), <i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758), <i>Physa adversa</i> (Costa, 1778), <i>Anisus contortus</i> (L., 1758), <i>A. albus</i> (O.F. Müller, 1774), <i>A. vortex</i> (L., 1758), <i>A. acronicus</i> (Ferussac, 1807), <i>Planorbis planorbis</i> (L., 1758), <i>P. carinatus</i> (Linnaeus, 1758), <i>Cincinna (C.) dilatata</i> (Eichwald, 1830), <i>C. (S.) sibirica</i> (Middendorff, 1851), <i>C. (S.) frigida</i> (Westerlund, 1885), <i>C. (A.) pulchella</i> (Studer, 1820), <i>Contectiana listeri</i> (Forbes et Hanley, 1835), <i>Bithynia producta</i> (Moquin-Tandon, 1855), <i>B. tentaculata</i> (L., 1758), <i>Boreoelona sibirica</i> (Westerlund, 1886)
Oligochaeta (Мало-щетиновые черви)	<i>Tubifex tubifex</i> (O.F. Müller, 1773), <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede, 1862, <i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767), <i>Nais simplex</i> Piguët, 1906
Hirudinea (Пиявки)	<i>Erpobdella octoculata</i> (L., 1758), <i>E. nigricollis</i> (Brandes, 1900), <i>Haemopsis sanguisuga</i> (L., 1758), <i>Glossiphonia complanata</i> (L., 1758), <i>G. concolor</i> (Apathy, 1888), <i>Proclipsis tessellata</i> (O.F. Müller, 1774), <i>P. maculosa</i> (Rathke, 1862), <i>Helobdella stagnalis</i> (L., 1758)
Hidracarina (Водяные клещи)	<i>Lebertia sp.</i> Neuman, 1880
Ephemeroptera (Подёнки)	<i>Baetis sp.</i> Leach, 1815, <i>Cloeon sp. dipterum</i> L., 1758, <i>Caenis sp.</i> Stephens, 1835, <i>Ephemerella ignita</i> (Poda, 1761)
Heteroptera (Клопы)	<i>Nepa cinerea</i> (L., 1758), <i>Ilyocoris cimicoides</i> L., 1758, <i>Plea minutissima</i> Leach, 1817, <i>Notonecta glauca</i> Linne, 1758, <i>G. lacustris</i> (Linnaeus, 1758), <i>S. (S) falleni</i> (Fieber, 1848)
Coleoptera (Жуки)	<i>Haliphus sp.</i> Latreille, 1802, <i>Donacia sp.</i> Fabricius, 1775, <i>Gyrinus natator</i> L., 1758, <i>Hyphydrus ovatus</i> (L., 1761), <i>Acilius sulcatus</i> L., 1758, <i>Ilybius sp.</i> Erichson, 1832, <i>Laccophilus sp.</i> Leach, 1817, <i>Cercyon sp.</i> Leach, 1817
Trichoptera (Ручейники)	<i>Trienodes bicolor</i> (Curtis, 1834), <i>Phryganea bipunctata</i> Retzius, 1783, <i>Molanna angustata</i> Curtis, 1834, <i>Hydropsyche angustipennis</i> (Curtis, 1834), <i>Anabolia sp.</i> Stephens, 1837, <i>Halesus tessellatus</i> (Rambur, 1842), <i>Chaetopteryx villosa</i> F., 1789, <i>Limnephilus sp.</i> Leach, 1815, <i>L. nigriceps</i> Zett, 1837, <i>Brachycentrus subnubilis</i> Curtis, 1834
Lepidoptera (Чешуекрылые)	<i>Parapoynx stratiotata</i> L., 1758, <i>Acentria ephemerella</i> Denia et Schiffermüller, 1775
Odonata (Стрекозы)	<i>Aeschna juncea</i> (L., 1758), <i>A. grandis</i> Eversman, 1836, <i>Sympetrum flaveolum</i> (L., 1775), <i>Libellula depressa</i> (L., 1758), <i>Cordulia aenea</i> (L., 1758), <i>Epithea bimaculata</i> Charpentier, 1825, <i>Somatochlora metallica</i> (Van der Linden, 1823), <i>Platynemis pennipes</i> (Pallas, 1771), <i>Enallagma cyathigerum</i> Charpentier, 1840, <i>Erythronia najas</i> (Hansermann, 1823), <i>Coenagrion pulchellum</i> (Van der Linden, 1823), <i>C. puella</i> (L., 1758), <i>Ischnura elegans</i> (Van der Linden, 1820), <i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1782), <i>Lestes virens</i> Charpentier, 1825
Diptera (Двукрылые)	Tanypodinae gen. sp., Orthocladinae gen. sp., Chironominae gen. sp., <i>Chironomus sp.</i> Meigen, 1803, <i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818), Limoniidae gen. sp., <i>Chaoborus sp.</i> Lichtenstein, 1800, <i>Oplodontha viridula</i> (F., 1775), <i>Stratiomys longicornis</i> (Scopoli, 1763), <i>Tabanidae gen. sp.</i> , <i>Dixa sp.</i> Meigen, 1830
Sialidae (Вислокрылки)	<i>Sialis sordida</i> Klingstedt, 1932
Crustacea (ракообразные)	<i>Asellus aquaticus</i> Linne, 1758

На основании индекса сапробности воды трех изученных прудов относятся к β -мезосапробной зоне, что соответствует 3 классу качества воды (табл. 6.2.5).

Пойменные водоемы

К пойменным водоемам относятся старичные озёра и временные водоемы. Временные водоемы – уникальный тип водных экосистем, наполняемых водой на непродолжительное время и быстро пересыхающих [Зернов, 1934]. К временным водоемам, помимо прочих, относятся

долговременные весенние лужи – это лужи, образованные в пойме реки или рядом с озером, прудом, в результате весеннего разлива.

Таблица 6.2.5

Показатели биоиндикации малых прудов Ленинского района г. Ижевска

Водный объект	Средняя плотность макрозообентоса, экз./м ²	Индекс сапробности Пантле-Букка	Олигохетный индекс
Пруд № 3 на р. Малиновка	815,0	2,05	11,6
Пруд ул. Драгунова	405,7	2,3	37,8
Пруд р. Мужвайка	726,7	2,19	23,5

На территории города Ижевска изучался макрозообентос долговременных весенних луж и старичных озёр в поймах рек Позимь и Иж. Площадь луж составляла от 10 м² до 35 м². Глубина – 10-50 см. Грунт преимущественно детритный, реже вдоль берегов стариц – песчано-каменистый.

За период с 2011 по 2013 годы в исследуемых водоемах выявлено 171 вид макробеспозвоночных из 71 семейства и 21 отряда. Максимальное количество видов относилось к типу Arthropoda- 63 %, реже встречались представители типов Mollusca - 28 % и Annelida - 9 %.

В сообществах водоемов поймы р. Иж и р. Позимь значительную роль играют личинки двукрылых (семейства: Ceratopogonidae, Chironomidae, Limoniidae, Dixidae, Chaoboridae, Culicidae, Psychodidae, Ptychopteridae, Stratiomyidae, Simuliidae) средняя плотность которых в пойме р. Иж составляла 549,2 экз/м², в пойме р. Позимь – 389,64 экз/м², средняя биомасса – 25,09 г/м² и 42,47 г/м² соответственно.

Характерной чертой временных водоемов является тесная связь с наземной средой – экотонный эффект, что проявляется присутствием большого количества наземных и амфибийных видов моллюсков (*Cochlicopa lubrica*, *C. nitens*, *C. lubrica*, *Trichia hispida*, *Pseudotrachia rubiginosa*, *Euomphalia strigella*, *Zonitoides nitidus*, *Vallonia pulchella*, *Euconulus fulva*, *Vertigo antivertigo*, *Succinea putris*) и насекомых (Сем. Staphylinidae) *Atheta cf. palustris* (Kiesenwetter, 1844). Идентификация видовой принадлежности наземных моллюсков проведена к.б.н. М.Е. Гребенниковым, водных моллюсков – д.б.н. М.В. Винарским и к.б.н. Е.А. Лазуткиной.

Среди водных моллюсков отмечено 7 видов двустворчатых (*Musculium sp.*, *Sphaerium corneum*, *Sphaerium westerlundi*, *Rivicoliana morini*, *Pisidium amnicum*, *P. inflatum*, *Euglesa sp.*) и 28 видов брюхоногих моллюсков (*Aenigmomphiscola europaea*, *Lymnaea peregra*, *L. fragilis*, *L. palustris*, *L. truncatula*, *L. auricularia*, *L. balthica*, *L. turricula*, *L. terebra*, *Aplexa hypnorum*, *Physa adversa*, *Anisus dazuri*, *A. albus*, *A. contortus*, *A. spirorbis*, *A. leucostoma*, *Armiger crista*, *Armiger bielzi*, *Planorbis carinatus*, *Segmentina nitida*, *Planorbis planorbis*, *Planorbis corneus*, *Cincinna pulchella*, *C. skorikovi*, *Valvata cristata*, *Contectiana listeria*, *B. tentaculata*, *Opisthorchophorus baudonianus*). Впервые для территории Удмуртской Республики отмечены следующие виды моллюсков: *Aenigmomphiscola europaea* Kruglov et Starobogatov, 1981, *Lymnaea turricula* Held, 1836, *Anisus dazuri* (Mörch, 1868), *Armiger bielzi* (Kimakowicz, 1884).

В процессе эволюции временных водоемов как особого типа экосистем они стали рефугиумом реликтовых и наиболее консервативных элементов фауны низших ракообразных – голых жаброногов, щитней и конхострак [Simovich, 1998]. На территории города Ижевска в пойменных водоемах обнаружено 4 вида ракообразных: голые жаброноги (*Branchipodopsis affinis*), щитни (*Lepidurus apus*) и раковинные рачки (*Cyzicus tetracerus*, *Lynceus brachyurus*) [Сидоровский и др., 2014].

Временные водоемы быстро заселяются летающими насекомыми, к которым относятся жуки и клопы. Фауна жесткокрылых пойменных водоемов г. Ижевска составила 37 видов. Значительный объем занимали семейства Dytiscidae (16 видов), Hydrophilidae (9) и Helophoridae (5). Остальные семейства: Scirtidae, Noteridae, Gyridae, Haliplidae, Hydraenidae, Staphylinidae, Limnichidae представлены 1 видом. Определение видовой принадлежности жуков провел к.б.н. А.С. Сажнев. Среди полужесткокрылых встречались: *Ilyocoris cimicoides*, *Plea minutissima*, *Notonecta glauca*, *Hesperocorixa linnaei*, *Cymatia coleoptrata*, *Sigara distincta*, *Sigara falleni*, *Paracorixa concinna*.

На поверхности пойменных водоемов часто встречались ногохвостки *Podura aquatica* (L., 1758) и клопы: *Gerris sp.*, *Hebrus ruficeps*, *Mesovelgia furcata*, формирующие группировку эпинеистона.

Кроме перечисленных выше видов встречались личинки подёнок (*Cloeon sp. dipterum*, *Cloeon (Centropitulum) sp.*, *Heptagenia fuscogrisea*, *Caenis horaria*, *Leptophlebia (L) vespertina*, *Leptophlebia (L) marginata*, *Habrophlebia lauta*), веснянок (*Perlodes sp.*), ручейников (*Limnephilus coenosus*, *L.*

rhombicus, *L. flavicornis*, *L. nigriceps*, *L. stigma*, *L. decipiens*, *Anabolia furcata*, *Grammotaulius sibiricus*, *Ironoquia dubia*, *Hydropsyche angustipennis*) и стрекоз (*Erythromma humerale*, *E. najas*, *Coenagrion puella*, *C. hastulatum*, *C. concinnum*, *C. pulchellum*, *C. armatum*, *C. ecornutum*, *Platynemis pennipes*, *Lestes sponsa*, *Lestes virens*, *Lestes dryas*, *Somatochlora graeseri*, *S. metallica*, *S. flavomaculata*, *S. exuberata*, *Aeschna juncea*, *Libellula* sp., *L. quadrimaculata*, *Leucorrhinia pectoralis*, *Sympetrum flaveolum*, *Sympetrum striolatum*).

Плотность макробеспозвоночных пойменных водоемов менялась в интервале 44,4-2088,9 экз/м², биомасса от 0,01 до 134,13 г/м². Максимальная биомасса макрозообентоса отмечена в старице поймы Позими, где встречались крупные моллюски *Contectiana listeri*. Индекс Шеннона варьировал в пределах от 0,35 до 2,45 бит/экз.

Макробеспозвоночные рек г. Ижевска

В настоящее время изучены макробеспозвоночные рек Иж, Малиновка, Люк, Пазелинка, Позимь.

Макрозообентос реки Иж. Ниже плотины пруда река на протяжении около 10 км течёт по территории г. Ижевска, где принимает максимальное количество загрязненных стоков с городской территории, предприятий и очистных сооружений. На данном участке отмечено 47 видов макрозообентоса, из которых 10 видов брюхоногих моллюсков, 8 – личинок двукрылых, по 5 – олигохет, клопов и личинок поденок.

Ниже плотины Ижевского пруда отмечался песчаный грунт с наилком и наносами детрита вдоль берегов. Типичными представителями данных биотопов являются тубифициды: *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*.

Среди брюхоногих моллюсков наибольшим видовым богатством отличается семейство Lymnaeidae. Из прудовиков были выявлены следующие виды: *Lymnaea balthica*, *L. ovata*, *L. truncatula*, *L. auricularia*, *L. ampla*. Также были выявлены представители семейств Planorbidae (*A. albus*), Acroloxidae (*Acroloxus lacustris*), Valvatidae (*Cincinna ambigua*, *C. (C.) dilatata*), Bithyniidae (*B. curta*). Среди гастропод моллюски *Cincinna (C.) dilatata* и *Lymnaea balthica* отличаются наибольшей встречаемостью.

Ручейники представлены только двумя семействами: Limnephilidae (*Halesus interpunctatus*, *Limnephilus rhombicus*, *Chaetopteryx sahlbergi*) и Polycentropodidae (*Neureclipsis bimaculata*). Личинки поденок – семействами Baetidae (*B. vernus*, *Cl. sp. dipterum*, *Cl. (Procloen) bifidum*) и Caenidae (*Caenis horaria*, *C. robusta*). Доля личинок поденок в общей численности макрозообентоса составляла 2,8 %, ручейников 1,9 %, что значительно меньше, чем в верхнем течении реки.

Среди двукрылых встречались представители семейств Ceratopogonidae, Chironomidae, Tabanidae. Наибольшей встречаемостью отличались представители хирономид из п/сем. Tanypodinae и п/сем. Chironominae.

По численности доминировали малощетинковые черви (44,0 %) и личинки хирономид (23,2 %). Средняя плотность бентоса составляла 258,6 экз/м², средняя биомасса, без учета крупных двустворчатых моллюсков – 2,45 г/м² [Холмогорова, 2013].

Макрозообентос реки Малиновка. За период исследования было выявлено 88 видов и таксонов надвидового ранга макрозообентоса из 44 семейств, 14 отрядов, 6 классов, 3 типов. По числу видов доминирующими группами на реке Малиновка являются: двукрылые (21 вид), брюхоногие моллюски (20), жуки (12), ручейники и олигохеты (по 7). Другие группы представлены в меньшей степени. Высокое видовое богатство брюхоногих моллюсков обусловлено представителями семейств Lymnaeidae, Planorbidae, Bithyniidae, Valvatidae. Среди двукрылых встречаются представители семейств: Chironomidae, Tipulidae, Stratiomyidae, Limoniidae, Simuliidae, Culicidae, Dixidae, Scatophagidae, Psychodidae, Limoniidae.

Количество видов донных макробеспозвоночных возрастает от истока к устью. Данная закономерность обусловлена накоплением органического вещества по профилю реки к устьевой области, увеличением роли в биоценозах водной и прибрежно-водной растительности – по продвижению к устью увеличивается площадь зарастания макрофитами, тем самым создаются благоприятные места обитания для беспозвоночных: уменьшается скорость течения, повышается температура воды; увеличивается глубина реки в точках отбора проб.

На реке Малиновка выявлены следующие типы грунтов: илисто-песчаные с опавшими ветками, илисто-каменистые, гравийно-илистые, илисто-песчаные с детритом.

Илисто-песчаные с опавшими ветками грунты встречаются на реке Малиновка в зоне истока реки. Сообщества бентосных беспозвоночных сложены веснянками (*Nemoura* sp.),

амфибиотическими моллюсками (*Succinea putris*), личинками комаров-звонцов (*Cricotopus silvestris*), личинками двукрылых, предпочитающих зону уреза воды (*Tonnoiriella pulchra*, *Dicranota bimaculata*). Илесто-каменистые донные отложения наиболее широко представлены по руслу реки и сложены следующими бентосными беспозвоночными: *Lymnaea balthica*, *Physa adversa*, *Cincinna sp.*, *Stylaria lacustris*, *Cricotopus silvestris*, *Hydropsyche angustipennis*, *Limnephilus rhombicus*, *Anabolia furcata*, *Baetis sp.*, *Paraleptophlebia sp.* Данные виды беспозвоночных являются типичными фитофильными и реофильными видами. На гравийно-илистый грунтах встречаются *Pisidium amnicum*, *Glossiphonia heteroclita*, *Proclepsis tessulata*, *Berdeniella sp.*, представители семейства Scirtidae, *Hydropsyche angustipennis*. В устье реки распространены илесто-песчаные с детритом донные отложения. Сообщества бентосных беспозвоночных сложены фитофильными поденками (*Baetis sp.*), (*Caenis horaria*), ручейником (*Limnephilus sp.*), двукрылыми (*Dixa nebulosa*, *Endochironomus sp.*), реофильным ручейником (*Hydropsyche angustipennis*) и представителем ракушковых листоногих раков (*Cyzicus tetracerus*).

Численность донных макробеспозвоночных варьирует в июне от 666,7 экз/м² до 3066 экз/м², в августе – от 266,7 экз/м² до 3000 экз/м². Средняя общая биомасса в августе составила 24,7 г/м², в июне – 19,4 г/м² [Габдуллина, Каргапольцева, 2016].

Макрозообентос реки Люк. В реке Люк отмечено 93 вида макрозообентоса из 51 семейства и 16 отрядов: Luciniformes, Unioniformes, Lymnaeiformes, Succineiformes, Rissoiformes, Vivipariformes, Arhynchobdellida, Rhynchobdellida, Odonata, Coleoptera, Trichoptera, Diptera, Ephemeroptera, Heteroptera, Megaloptera, Acarina. Большим числом видов представлены моллюски, как двустворчатые, так и брюхоногие. Среди двустворчатых встречаются представители семейств: Pisidiidae, Unionidae, Sphaeriidae. Среди брюхоногих: Lymnaeidae, Physidae, Succineidae, Bithyniidae, Valvatidae. Доминирующим по числу видов является семейство Lymnaeidae. Также отмечено высокое видовое богатство жуков, поденок, ручейников, клопов и олигохет.

На реке Люк были выделены следующие типы грунтов: глинисто-илистые, илесто-песчаные, глинисто-песчаные, песчано-детритные, песчано-каменистые, глинисто-песчано-детритные и илесто-песчано-детритные.

На глинисто-илистых донных отложениях обнаружено 22 вида макробеспозвоночных. Преобладающими по числу видов являются хирономиды из п/с Chironominae, Tanypodinae (32 % от общего количества видов). Субдоминируют поденки (23 % от общего количества видов). Поденки представлены 5 видами: *Cloeon dipterum*, *C. bifidum*, *Baetis buceratus*, *B. digitatus*, *Paraleptophlebia sp.* Клопы составляют 14 % от общего количества видов. Среди них наиболее массово встречаются *Gerris lacustris*, *Micronecta sp.* Остальные представители макрозообентоса представлены в меньшем количестве.

На илесто-песчаных грунтах обнаружено 29 видов макрозообентоса. Доминируют личинки комаров-звонцов из п/с Chironominae, Tanypodinae. Хирономиды составляют 22 % от общего количества видов. Поденки представлены такими видами как *Ephemera vulgata*, *Cloeon dipterum*, *Paraleptophlebia sp.*, *Baetis digitatus*, *B. fuscatus*. Они составляют 19 %. Ручейники составляют 15 % от видового богатства и представлены видами *Molanna angustata*, *Hydropsyche pellucidula*, *H. angustipennis*. Из стрекоз обнаружены *Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo*, *Lestes sp.*

На глинисто-песчаных грунтах зафиксировано 26 видов. Доминирующей группой являются стрекозы. Они составляют 23 % от общего количества видов и представлены следующими видами: *Calopteryx splendens*, *Lestes sp.*, *Enallagma cyathigerum*, *Calopteryx virgo*, *Platycnemis pennipes*. Субдоминантами являются поденки. Они представлены видами *Ephemera vulgata*, *Cloeon bifidum*, *C. dipterum*, *Baetis fuscatus*. Клопы составляют 14 % от видового богатства данного биоценоза. Среди них наиболее часто встречаются *Micronecta s.p.*, *Sigara falleni*, *S. hellensii*. Пиявки, жуки, личинки комаров-звонцов составляют 9% от общего количества видов. Среди пиявок многочисленны *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, среди жуков – *Ilybius sp.*, *Platambus maculatus*, среди комаров-звонцов доминируют представители п/с Chironominae.

На песчано-детритных донных отложениях обнаружено 49 видов макробеспозвоночных. Преобладающей группой являются поденки (17 %). Поденки представлены следующими видами: *Ephemera vulgata*, *Cloeon bifidum*, *C. dipterum*, *Procloeon ornatum*, *Paraleptophlebia sp.*, *Baetis digitatus*, *B. fuscatus*. Субдоминируют брюхоногие моллюски (14 %), наиболее массовыми видами среди них являются *Lymnaea ampla*, *L. auricularia*, *L. putris*, *L. balthica*, *Valvata sp.*, *Bithynia tentaculata*, *Succinea putris*. Клопы представлены видами *Ilyocoris cimicoides*, *Nepa cinerea*, *Corixa dentipes*, *Micronecta sp.*, *Sigara falleni*, *Notonecta glauca* и составляют 12% от общего количества видов макрозообентоса. Среди жуков массово встречались *Haliplus sp.*, *Anacaena sp.*, *Platambus maculatus*, *Ilybius sp.*, *Gyrinus*

marinus, *Rhantus* sp. Из ручейников наибольшей встречаемостью отличались *Cyrnus trimaculatus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Oligostomis reticulata*, *Molanna angustata*.

На песчано-каменистых грунтах зафиксировано 47 видов макрозообентоса, из которых доминируют поденки *Cloeon dipterum*, *C. bifidum*, *Baetis buceratus*, *B. digitatus*, *Ephemera vulgata*, *Paraleptophlebia* sp., *Baetis fuscatus*. Брюхоногие моллюски субдоминируют в составе биоценоза песчано-каменистых донных отложений. Они представлены следующими видами: *Lymnaea fragilis*, *L. balthica*, *L. truncatula*, *Bithynia tentaculata*, *Valvata* sp. Клопы составляют 13 % от общего количества видов. Среди них наибольшей встречаемостью отличаются *Plea minutissima*, *Micronecta* s.p., *Sigara falleni*, *Gerris lacustris*. Ручейники составляют 10 % и представлены видами *Molanna angustata*, *Hydropsyche pellucidula*, *Notidobia ciliaris*, *Hydropsyche angustipennis*. Среди жуков наиболее многочисленны *Haliplus* sp., *Platambus maculatus*, *Ilybius* sp.

На глинисто-песчано-детритных и илесто-песчано-детритных грунтах зафиксировано 44 вида макрозообентоса. Максимальной встречаемостью отличаются клопы *Gerris lacustris*, *Sigara falleni*, *Micronecta* sp., *Pyocoris cimicoides*, *Notonecta glauca*, *Aphelocheirus aestivalis*, *Nepa cinerea*. Жуки составляли 12 % от общего количества видов. Среди них наиболее массовыми видами являлись *Haliplus* sp., *Oulimnius* sp., *Gyrinus marinus*, *Laccophilus hyalinus*, *Ilybius* sp. Брюхоногие моллюски были представлены следующими видами: *Lymnaea* sp., *L. balthica*, *L. ampla*, *L. auricularia*, *L. truncatula*, *Succinea putris*, *Valvata* sp.

Средняя плотность макрозообентоса в июле 2014 г. составляла 575 экз/м², в августе 2014 г. – 430 экз/м².

Макробеспозвоночные реки Пазелинка. В устьевой области реки Пазелинка было обнаружено 382 вида макробеспозвоночных. По числу видов доминируют двукрылые – 120 видов (31 %), жуки – 94 (24 %), брюхоногие моллюски – 36 (9 %), клопы – 33 (8 %). Из двукрылых наибольшим видовым богатством отличается семейство Chironomidae, представленное 72 видами. Наиболее распространенными среди личинок хирономид в изученных устьевых участках малых рек являются следующие виды: *Ablabesmyia phatta*, *Chironomus plumosus*, *Endochironomus albipennis*, *E. tendens*, *Glyptotendipes glaucus*, *Parachironomus biannulatus*, *Paratanytarsus austriacus*, *Cricotopus* sp. *sylvestris*.

Среди жуков доминирует семейство Dytiscidae, которое представлено 42 видами. Обычными видами являются – *Acilius sulcatus*, *A. canaliculatus*, *Laccophilus hyalinus*, *Agabus fuscipennis*, *Hyphydrus ovatus*, *Suphrodytes dorsalis*, *Hydroporus angustatus*.

Брюхоногие моллюски представлены 8 семействами, среди которых Lymnaeidae, Planorbidae и Valvatidae отличаются наибольшим видовым богатством. Из приведенных семейств чаще отмечались *Lymnaea fragilis*, *L. auricularia*, *L. balthica*, *Anisus vortex*, *Armiger crista*, *Cincinna sibirica*. Данные виды являются широко распространенными.

Из водных полужесткокрылых по числу видов доминирует семейство Corixidae – 17 видов. Наиболее распространенными видами из семейства Corixidae являются: *Cymatia coleoptrata*, *C. bondsdorffii*, *Sigara semistriata*, *S. falleni*, *Hesperocorixa sahlbergi*. Наименьшей встречаемостью отличаются: *Corixa dentipes*, *Sigara nigrolineata*, *S. limitata*, *S. lateralis*, *S. fossarum*.

Преобладание представителей Corixidae среди клопов объясняется наибольшей пластичностью видов, их представленностью в таксономическом плане, кроме того они могут занимать самые разнообразные биотопы [Каргапольцева, 2016].

Макрозообентос реки Позимь. В реке Позимь обнаружено 63 вида донных и фитофильных беспозвоночных, относящихся к 35 семействам, 5 классам. Насекомые представлены 31 видом, брюхоногие моллюски – 11, олигохеты – 9, пиявки и двусторчатые моллюски – по 6. Представители макрозообентоса группируются в сообщества в зависимости от типа донных отложений и скорости течения. На реке Позимь встречаются каменистые, илистые, глинисто-илистые, песчано-илистые донные отложения.

На песчано-илистых грунтах доминировали олигохеты *Lumbriculus variegatus*, *Tubifex tubifex*, личинки двукрылых Chironomidae, Tabanidae, Limoniidae, Tipulidae. Среди ручейников массовым видом является *Chaetopteryx villosa*.

На каменистых донных отложениях массовыми видами являются прудовики *Lymnaea lagotis*, *L. truncatula*, нимфы поденок *Baetis rhodani*, *B. vernus*, нимфы веснянок *Leuctra digitata*, личинки ручейников *Chaetopteryx villosa*, *Stenophylax* sp., пиявки *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia heteroclita*.

Биоценозы глинисто-илистых грунтов представлены нимфами поденок (*Ephemera vulgata*), олигохетами (*Lumbriculus variegatus*, *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus* sp.), личинками двукрылых (Chironomidae, Tabanidae), вислкрылок (*Sialis sordida*).

На илистых грунтах наибольшей встречаемостью отличаются следующие виды: олигохеты (*Lumbriculus variegatus*, *Limnodrilus* sp.), личинки двукрылых (*Chironomidae*, *Tabanidae*, *Limoniidae*, *Tipulidae*), личинки ручейников (*Chaetopteryx villosa*, *Limnephilus* sp., *Halesus* sp.), стрекозы (*Platycnemis pennipes*, *Somatochlora metallica*, клопы *Corixa* sp., *Ilyocoris cimicoides*).

Макробеспозвоночные родниковых ручьев

Был изучен видовой состав макробеспозвоночных 34 родниковых ручьев г. Ижевска. При изучении макрозообентоса родников использовались данные Е.В. Шиляевой [Шиляева, 2008] и собственные исследования авторов. Нумерация изучаемых родников приводится в соответствии с их нумерацией в коллективной монографии «Родники Ижевска» [Родники..., 2000].

В ходе изучения фауны макробеспозвоночных родниковых ручьев было обнаружено 46 видов макрозообентоса и таксона более высокого ранга. Подавляющее большинство фауны макробеспозвоночных ручьев составляли личинки двукрылых (22 вида), малощетинковые черви и моллюски (по 7), жуки (5), нимфы веснянок (3).

Макрозообентос родников на галечных грунтах. К родниковым ручьям с преобладанием галечных грунтов относятся родники №№ 11, 14, 24, 29, 33, 16, 41, 46, 47, 62. К галечным грунтам относятся грунты с размером частиц до 80 мм [Чертопруд, 2006]. Из беспозвоночных доминировали насекомые отряда Двукрылые (Diptera). Среди комаров-звонцов наибольшей встречаемостью отличались личинки *Endochironomus albipennis*, *Polypedilum* sp., *Paratanytarsus austriacus*, *Cricotopus* sp. *sylvestris*, *Paracladius conversus*, *Pseudodiamesa nivosa*, *Prodiamesa olivacea*, *Odontomesa fulva*. Также отмечались личинки мошек (Simuliidae), комаров-долгоножек (Tipulidae), комаров-болотниц (Limoniidae), слепней (Tabanidae), а также представители семейства Psychodidae. Из жуков наибольшей встречаемостью отличались личинки из семейства Scirtidae род *Scirtes* sp., семейства Dytiscidae род *Agabus*. В родниках №№ 33, 41, 47, 62 отмечены нимфы веснянок (Plecoptera) – *Nemurella pictetii* и *Nemoura cinerea*. Веснянки являются типичными представителями олиготрофных литореофильных сообществ, они встречаются в основном в щелях на нижней стороне камней. В местах скопления наносных грунтов (ил, песок) встречались малощетинковые черви семейств Enchytraidae, Tubificidae (*Limnodrilus* sp., *Tubifex tubifex*), Lumbriculidae (*Lumbriculus variegatus*).

Макрозообентос песчано-галечных грунтов. К родниковым ручьям с преобладанием песчано-галечных грунтов относятся родники №№ 4, 3, 5, 10, 13, 18, 20, 30, 51, 53, 54. На песчано-галечных грунтах встречались:

Личинки комаров-звонцов (сем. Chironomidae): подсемейство Orthocladiinae: *Paracladius conversus*, *Cricotopus* sp. *sylvestris*, *Paratrichocladius inaequalis*; подсемейство Chironominae: *Endochironomus albipennis*, *Microchironomus tener*, *Polypedilum* sp.; подсемейство Prodiamesinae: *Odontomesa fulva*, *Prodiamesa olivacea*; подсемейство Diamesinae: *Pseudodiamesa nivosa*. Также из двукрылых в изучаемых ручьях встречались представители семейств Tipulidae, Limoniidae, Psychodidae. Личинки комаров-долгоножек (Tipulidae): *Nigrotipula nigra* и *Tipula* sp. встретились в родниках №№ 4, 5, 18, 30. Представители семейств Limoniidae и Psychodidae встречались в родниковых ручьях № 4, 3, 5, 10.

Нимфы веснянок (Plecoptera) встретились в родниках № 4, 3, 5, 10, 33, 30. Веснянки представлены следующими видами: Nemouridae Gen. sp., *Nemurella pictetii*, *Nemoura cinerea*. Малощетинковые черви (Oligochaeta) были обнаружены во всех родниковых ручьях с песчано-галечным типом грунта. Из олигохет наибольшей встречаемостью отличались представители семейства Tubificidae – *Limnodrilus* sp. Жуки (Coleoptera) представлены личинками из семейств Dryophthoridae, Scirtidae (*Scirtes* sp.). Из ручейников встречался *Plectrocnemia conspersa* (семейство Polycentropodidae).

Моллюски (Mollusca) класса брюхоногие (Gastropoda) встречались только в родниковых ручьях №№ 4, 5, 10, 13, 33. Они были представлены преимущественно околотовидными и наземными видами: сем. Gastrodontoidea вид *Zonitoides nitidus*; сем. Succineidae – вид *Succinea putris*; сем. Bradybaenidae – кустарниковая улитка (*Fruticicola fruticum*); сем. Valloniidae – вид *Vallonia costata*; сем. Cochlicopidae – вид *Cochlicopa nitens*. Из типичных представителей водных гастропод отмечены представители семейства прудовиков (Lymnaeidae) – *Lymnaea truncatula*.

Макрозообентос песчано-илистых грунтов. К родниковым ручьям с преобладанием песчано-илистых грунтов относятся родники №№ 1, 7, 9, 12, 23, 22.

Наибольшим видовым богатством среди макробеспозвоночных родниковых ручьев с песчано-илистыми донными отложениями отличается отряд Двукрылые. Среди двукрылых наибольшее число видов выявлено из семейства комары-звонцы: *Paracladius conversus*, *Cricotopus* sp. *sylvestris*,

Paratrichocladius inaequalis, *Paratanytarsus* sp., *P. austriacus*, *Lauterborniella* sp., *Endochironomus albipennis*, *Microchironomus tener*, *Polypedilum* sp., *Odontomesa fulva*, *Prodiamesa olivacea*, *Pseudodiamesa nivosa*. Также в родниковых ручьях отмечались личинки мошек (Simuliidae), комаров-долгоножек (Tipulidae), комаров-болотниц (Limoniidae; *Antocha vitripennis*, *Dicranota bimaculata*), слепней (Tabanidae), а также представители семейства Psychodidae (подсем. Psychodinae).

Олигохеты представлены 5 видами, относящимися к семействам Tubificidae, Lumbriculidae, Naididae. Среди них наиболее обычными видами являются *Limnodrillus* sp., *Lumbriculus variegatus*, а также фитофильные олигохеты – *Nais barbata* и *Stylaria lacustris*.

Брюхоногие моллюски представлены 4 видами, большая часть из которых являются амфибиотическими и наземными видами (*Lymnaea truncatula*, *Cochlicopa nitens*, *Zonitoides nitidus*, *Succinea putris*). Из двустворчатых моллюсков встречалась *Euglesa* sp.

Жуки представлены видами из семейств Haliplidae (*Haliphus* sp.), Dytiscidae (*Laccophilus* sp.), Scirtidae (*Scirtes* sp.). Из ручейников встречались *Plectrocnemia conspersa* и *Chematopsyche lepida*, веснянки представлены следующими видами: *Nemurella pictetii* и *Nemoura cinerea*.

Макрозообентос глинистых грунтов. К родниковым ручьям с преобладанием глинистых грунтов относится родник № 19. Фауна родникового ручья с глинистыми донными отложениями немногочисленна и представлена личинками комаров-звонцов из подсемейства Prodiamesinae (*Odontomesa fulva*, *Prodiamesa olivacea*), олигохетами (*Limnodrillus* sp., *Lumbriculus variegatus*), личинками жуков из семейства Scirtidae (*Scirtes* sp.).

6.3. Современное состояние водных позвоночных животных

Водные позвоночные животные на территории г. Ижевска представлены рыбами, которые обитают в Ижевском водохранилище, в реке Иж с притоками – малыми реками и ручьями, а также в малых прудах плотинного типа, обводненных карьерах и копанях. Городская ихтиофауна насчитывает 21 вид рыб, популяции которых постоянно существуют и воспроизводятся естественным путем в водоемах и водотоках урбанизированной среды (табл. 6.3.1). Наибольшее видовое богатство ихтиофауны отмечено для Ижевского водохранилища [Варфоломеев, 1967; Котегов, Холмогорова, 2001; Захаров, 2002; Котегов, 2004, 2006; Истомина и др., 2008], где помимо 20 видов, аборигенных для Удмуртии, периодически встречаются представители видов-интродуцентов из дальневосточного фаунистического комплекса, запускавшихся в Ижевское водохранилище с биомелиоративной целью (белый толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.), пестрый толстолобик *Aristichthys nobilis* (Rich.)). Водохранилище является окунево-лещево-плотвичным: на долю плотвы *Rutilus rutilus* (L.), леща *Abramis brama* (L.) и речного окуня *Perca fluviatilis* L. приходится более 90 % всей численности и биомассы рыбных ресурсов водоема. Помимо этих видов рыб достаточно обычны здесь уклейка *Alburnus alburnus* (L.), обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernuus* (L.) и язь *Leuciscus idus* (L.), реже отмечаются реофилы – елец *Leuciscus leuciscus* (L.), налим *Lota lota* (L.) и обыкновенный пескарь *Gobio gobio* (L.). Также в водоеме встречаются такие ценные промысловые виды рыб, как обыкновенная щука *Esox lucius* L. и сазан (кап) *Cyprinus carpio* L., незначительные запасы которых в настоящее время пополняются за счет выпуска искусственно выращенной молоди этих видов рыб в рамках компенсационных рыбоводно-мелиоративных мероприятий по экологической реабилитации Ижевского водохранилища. По оценочным данным [Истомина и др., 2008], общая ихтиомасса в водоеме составляет 78,8 кг/га. С учетом среднего годового Р/В-коэффициента промысловой ихтиофауны для водоемов подтаежной зоны России, который равен 0,5 [Китаев, 1984], естественная рыбопродуктивность водохранилища может достигать 40 кг/га в год.

Ихтиофауна проточного участка реки Иж, расположенного в пределах города ниже плотины Ижевского водохранилища, характеризуется несколько меньшим видовым богатством в силу выпадения из ее состава ряда лимнофильных видов рыб и невозможности обогащения оксиреофильными видами в условиях высокого уровня хронического техногенного и коммунально-бытового загрязнения речной воды. Преобладают по численности в реке Иж и в ее основном притоке, реке Позимь, плотва, уклейка и окунь. В нерестовый период на нижнем участке Позими с широкой затопливаемой поймой, который расположен в пределах города, формируются скопления язя и щуки. Также на этом участке реки отмечаются лещ, ерш, густера *Blicca bjoerkna* (L.), голавль *Squalius cephalus* L., елец и налим. Из прудов, образованных на притоках Позими, в нее периодически проникают карп, линь, серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch) и верховка *Leucaspis delineatus* (Heckel), а в сильно эвтрофированных и пересыхающих дренажных каналах речной поймы

встречается вьюн *Misgurnus fossilis* (L.) По опросным данным рыболовов-любителей, во время миграций на городские участки рек Иж и Позимь из Нижнекамского водохранилища иногда могут подниматься единичные особи стерляди *Acipenser ruthenus* L. и жереха *Aspius aspius* (L.).

В небольших речках, протекающих по городской территории и впадающих в Ижевское водохранилище или в реку Иж ниже плотины, чаще всего встречаются обыкновенный пескарь и усатый голец *Barbatula barbatula* (L.). Плотва и окунь могут периодически заходить на нижние и приустьевые участки таких рек из принимающих более крупных водотоков. На многих малых реках г. Ижевска образованы пруды, самые крупные из них площадью 10 га и более – на реках Мужвайка-Пироговка (Пироговский пруд), Игерманка (Нагорный пруд) и Тонковка (пруд-охладитель ТЭЦ-2). В первых двух прудах наиболее многочисленными видами рыб являются плотва и окунь, в последнем – пескарь, карп и золотой карась *Carassius carassius* (L.). В малых прудах, обводненных карьерах и копанях площадью 1-2 га и менее, как правило, с наибольшим обилием встречаются золотой карась и верховка, реже (в сточных) отмечаются голец и пескарь. В многолетней динамике видового состава ихтиофауны крупных плотинных прудов г. Ижевска и его пригородной зоны прослеживаются современные тренды на замещение золотого карася более устойчивым к техногенному воздействию серебряным, верховки – уклейкой, а также снижение численности щуки.

В целом, видовой состав ихтиофауны г. Ижевска и его пригородной зоны типичен для водоемов и водотоков суббореальных равнинных ландшафтов Удмуртской Республики, трансформированных антропогенной деятельностью [Котегов, 2005, 2007]. Он определяется как особенностями городской гидрографической сети (отсутствие больших рек, наличие водохранилища и малых прудов), так и факторами воздействия урбанизированной среды (повышенный прессинг любительского и браконьерского рыболовства, значительный уровень химического загрязнения воды от поступления организованных и неорганизованных стоков). Следствием реализации всех перечисленных выше условий является доминирование в двух самых крупных водотоках города и антропогенных водоемах плотинного типа экологически пластичных, широко распространенных и эврибионтных видов пресноводной ихтиофауны России – плотвы и речного окуня, в малых городских водотоках – короткоциклового псаммореофилов, обыкновенного пескаря и усатого гольца, а в слабопроточных или бессточных малых водоемах – таких же короткоциклового лимнофилов, обыкновенной верховки и тугорослой формы золотого карася. Численность и масштабы распространения остальных видов рыб в пределах города заметно ниже, что может быть связано с их меньшей устойчивостью к антропогенному загрязнению, избирательным выловом местным населением, отсутствием подходящих для обитания и размножения водных биотопов или повышенной межвидовой конкуренцией за ограниченные кормовые ресурсы урбанизированных водных экосистем.

Комбинированное действие химического загрязнения и погодных факторов приводит к летним заморам рыб в Ижевском водохранилище, которые в последнее время стали почти ежегодными. Обычно заморы происходят во второй половине лета в нижней части водоема на фоне массового развития теплолюбивых групп планктонных организмов с последующим их отмиранием и разложением [Котегов и др., 2013] в условиях температурной стратификации воды при устойчивой антициклонической погоде (жара без осадков и ветра), когда содержание растворенного кислорода в придонных слоях падает до 1-2 мг/л, а поверхностные слои прогреваются до 25-27 °С и выше. Усугубляется этот застойный процесс временным отсутствием проточности в водоеме из-за почти полного прекращения сброса воды через плотину в нижний бьеф реки Иж, что связано с необходимостью удержания уровня водохранилища на отметке НПУ в условиях сокращения приходной части водного баланса – летнемеженного падения естественного притока воды с водосбора – при сохранении основных расходных объемов водопотребления на коммунальные и промышленные нужды города.

В результате особи многих видов рыб Ижевского водохранилища в это время испытывают недостаток кислорода, поднимаются к поверхности воды, где дополнительно переносят тепловой стресс, пытаются уплыть на участки с наличием течения – в устья крупных речных притоков, которые есть только в верхней части водоема, а в нижней в конечном итоге погибают. Например, массовый замор рыб произошел в водохранилище в августе 2016 года в районе устья реки Подборенки: мертвые особи ерша, уклейки, леща, плотвы, окуня, язя и налима всплыли на поверхность воды и через неделю в результате постепенного дрейфа скопились у верхнего бьефа плотины в количестве нескольких тысяч экземпляров.

Таблица 6.3.1
Видовой состав ихтиофауны основных водоемов и водотоков г. Ижевска и пригородной зоны (в пределах 1 км от его административной границы)

Водоемы и водотоки	Названия вида рыб																				
	Щука	Плотва	Елец	Голавль	Язь	Красноперка	Верховка	Линь	Пескарь обыкновен.	Уклейка	Густера	Лещ	Карась золотой	Карась серебряный	Сазан (капи)	Голец усатый	Щиповка обыкновен.	Вьюн	Налим	Ерш	Окунь
Р. Иж	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
в т.ч. Ижевское водохранилище	+	+	+			+															
Р. Позимь	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Р. Пазелинка	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+			+
Р. Игерманка	+	+							+	+						+					+
в т.ч. пруды в мкр. Нагорный	+	+					+	+					+			+					+
Р. Подборенка		+							+												+
в т.ч. пруд у с/о «Металлург-1»							+						+								+
Р. Карлутка		+							+							+					+
Р. Старковка		+					+		+	+						+	+				+
в т.ч. пруд														+							
в истоках реки																					
Р. Тонковка									+							+					+
в т.ч. каскад прудов ТЭЦ-2							+		+	+			+	+	+						+
в т.ч. пруд в д. Смирново							+	+	+	+			+	+	+	+					+
Р. Чемошурка		+							+							+					+
в т.ч. пруд		+					+	+	+	+			+	+	+	+					+
в д. Чемошур		+																			+
Р. Мужайка	+	+							+	+						+					+
в т.ч. пруд	+	+					+	+					+	+	+						+
в д. Пирогово																					+
Р. Малиновка		+							+							+					+
Пруд «Шайба» в д. Хохряки	+	+					+	+								+					+
Пруд-копань у с/о «Звезда»									+				+	+		+					

Медленно плавающие на боку у поверхности воды, угнетенные и уже погибшие особи ерша отмечались и в течение второй недели после начала этого замора в районе устья Подборенки, а также вдоль всего восточного участка городской набережной. Подобные заморы имели место в Ижевском водохранилище и ранее – в 2010 и 2012 годах.

В других водоемах и водотоках г. Ижевска летних заморов с массовой гибелью большого количества особей рыб в последние годы зарегистрировано не было. В то же время зимние (подледные) заморы весьма характерны для некоторых мелководных и слабопроточных малых прудов, расположенных на северной и восточной окраинах города в бассейнах рек Пазелинки и Вожойки. Как правило, они наблюдаются в годы с сухой осенью, ранней зимой и последующей затяжной весной, когда уровни зимней межени падают до минимальных отметок, а ледяной покров на прудах сохраняется длительное время. Так, последствия зимнего замора в виде мертвых особей рыб в заливах и на мелководьях были отмечены весной 2017 года после стаивания льда в прудах возле Нагорного дома инвалидов (плотва, окунь), на Воткинском шоссе у коттеджного поселка «Русь» (щука, плотва, окунь, карась) и у Ижевского полиграфического комбината (сер. карась, верховка), а также в пруду-копани возле с/о «Звезда» (сер. карась, верховка).

Следует особо отметить процесс избирательной гибели отдельных представителей ихтиофауны, который почти ежегодно наблюдается в верховьях и правобережном заливе Чемошурского пруда в конце весны по окончании периода снеготаяния после вскрытия водоема ото льда. Феномен этого процесса заключается в том, что гибнет в основном только часть перезимовавших особей плотвы первого года жизни, единично отмечаются также мертвые особи плотвы возраста 2-4 года и годовалые особи верховки и уклейки. Гибель годовиков рыб предвещается их сублетальным поведением (периодическая потеря равновесия и всплывание с поворачиванием на бок), наличием кровоизлияний у оснований парных плавников и угнетением иммунитета в виде очагового дерматомикоза. Летальный процесс продолжается в этом водоеме 3-4 недели и прекращается во второй половине мая. Вероятнее всего, избирательная гибель ювенильных особей плотвы связана с воздействием на них растворенных загрязняющих веществ, поступающих в повышенных концентрациях в составе неорганизованного стока талых вод с городской и пригородной водосборной территории в Чемошурский пруд в конце апреля. Так, в реке Чемошурке выше пруда возле ул. Союзной весной и в начале лета отмечалось превышение рыбохозяйственных нормативов содержания нитритов (в 4 раза) и общего железа (в 2 раза). В правобережном заливе самого пруда в начале мая 2015 года было зарегистрировано превышение ПДК по меди (в 5 раз), нитритам (в 2 раза) и аммонии (в 1,5 раза), а весной 2016 года – по фенолу (в 3 раза). Суммарное содержание растворенных неорганических веществ в воде пруда ежегодно достигает пика в конце апреля и начале мая (до 330-350 мг/л), после чего к лету постепенно снижается в среднем в полтора раза.

Нами установлено, что повторяющееся каждый год воздействие химического загрязнения на популяцию плотвы Чемошурского пруда сопровождается избирательной элиминацией наименее приспособленных годовалых особей этого вида. При этом с большей вероятностью погибают экземпляры плотвы с одними вариантами строения скелета, тогда как другие фенотипические варианты получают определенное селективное преимущество и встречаются среди выживших годовиков чаще, чем среди погибших. Тем самым подобное антропогенное воздействие может рассматриваться как фактор отбора, постепенно приводящий к образованию в водоеме особой городской экологической формы плотвы или ее «индустриальной расы» [Котегов 2002]. По сравнению с плотвой из других водоемов г. Ижевска и его окрестностей чемошурская плотва характеризуется увеличением среднего числа ветвистых лучей в спинном (D) и анальном (A) плавниках и позвонков в хвостовом отделе позвоночника (V_c) на фоне уменьшения среднего числа позвонков в туловищном отделе позвоночника (V_a) и глоточных зубов ($f. d.$) в сумме слева и справа (табл. 6.3.2). По комплексу этих счетных признаков скелета особи плотвы из Чемошурского пруда более сходны с представителями данного вида из некоторых городских водоемов Москвы и Подмосковья, нежели с особями плотвы из рек и водохранилищ Камского бассейна [Яковлев, 1992; Мироновский, 1994; Котегов, 2003].

Современное состояние популяций двух наиболее массовых видов ихтиофауны г. Ижевска – плотвы и речного окуня – в целом следует рассматривать как удовлетворительное. Для плотвы и окуня Ижевского водохранилища за последние полвека можно отметить изменения, связанные с замедлением темпов линейного роста и уменьшением среднего возраста особей в их популяциях. Так, по данным В.В. Варфоломеева [Варфоломеев, 1967], средняя длина тела у плотвы из этого водоема составляла 15,1 см, средний возраст в уловах – 4⁺-5⁺ лет; у окуня – 16,2 см и 3⁺-4⁺ года

соответственно. По нашим данным, в 2000-10 годах средние размеры особей в популяции плотвы Ижевского водохранилища составляли около 11-12 см с преобладанием экземпляров в возрасте 3⁺-4⁺ года; в популяции окуня – 10-11 см и 2⁺-3⁺ года соответственно. Подобная тенденция для популяций основных промысловых видов рыб этого водоема была отмечена и другими авторами [Захаров, 2002; Истомина и др., 2008].

Таблица 6.3.2

Средние значения некоторых счетных признаков скелета у плотвы из некоторых водоемов г. Ижевска и его пригородной зоны

Водоем	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>V_a</i> *	<i>V_c</i> **	<i>f. d.</i>	<i>n</i> , экз
Чемошурский пруд	10.14±0.05	10.62±0.08	18.22±0.06	18.45±0.07	10.74±0.05	84
Пироговский пруд	9.94±0.04	10.49±0.08	18.64±0.09	18.28±0.07	10.89±0.05	47
Нагорный пруд	9.94±0.06	10.40±0.07	18.90±0.06	18.19±0.08	10.96±0.05	52
Пруд «Шайба»	9.91±0.04	10.36±0.07	18.93±0.08	17.86±0.10	11.02±0.02	44
Ижевское вдхр.	9.80±0.04	10.33±0.04	18.79±0.04	17.86±0.08	11.00±0.02	122

* включая переходный отдел позвоночника, без Веберова аппарата; ** включая преуральные позвонки и уростиль
Примечание: *D* – число ветвистых лучей в спинном плавнике; *A* – число ветвистых лучей в анальном плавнике; *V_a* – число позвонков в туловищном отделе позвоночника (включая переходный); *V_c* – число позвонков в хвостовом отделе позвоночника (включая преуральные и уростиль); *f.d.* – суммарное число глоточных зубов слева и справа.

О том, насколько благоприятна среда обитания особей плотвы и окуня в разных городских водоемах, отчасти можно судить по результатам расчета и анализа показателей флуктуирующей асимметрии парных билатеральных счетных признаков сейсмочувствительной системы головы, отражающих нестабильность условий их раннего индивидуального развития (рис. 6.3.1). Как видно из рисунка, наименее стабильными в последние 10-15 лет были условия протекания этапов раннего онтогенеза у плотвы из Чемошурского пруда. Причины этого, вероятно, связаны с ежегодным повышением уровня антропогенного химического загрязнения данного водоема в конце весны, о чем уже говорилось выше. Несмотря на то, что акватория самого Чемошурского пруда расположена за пределами г. Ижевска (в 700 м от его восточной границы), этот водоем с полным основанием можно считать городским, так как большая часть его водосборной территории представлена селитебной зоной с многоэтажной жилой и торговой застройкой, несколькими промышленными площадками и многочисленными объектами городской транспортной инфраструктуры. Вблизи водоохраных зон р. Чемошурки и самого пруда находится около десятка крупных автогаражных кооперативов с несколькими тысячами гаражей. Подобные условия создают дополнительную техногенную химическую нагрузку на Чемошурский пруд, максимально проявляющуюся в конце периода снеготаяния, когда с урбанизированной территории водосбора в составе талых вод в больших количествах поступают в водоем разнообразные химические соединения антропогенного происхождения (углеводороды нефтепродуктов, тяжелые металлы, соединения азота, серы и хлора).

В остальных трех городских популяциях плотвы дисперсия флуктуирующей асимметрии изученных билатеральных признаков была в полтора раза меньше, что свидетельствует о более благоприятных абиотических условиях протекания раннего онтогенеза этого вида в других водоемах г. Ижевска. Показатели флуктуирующей асимметрии у речного окуня для всех исследованных городских водоемов оказались в среднем в 2-3 раза ниже, чем у плотвы. В первую очередь это указывает на большую стабильность морфогенеза рассматриваемых сейсмочувствительных признаков у его личинок и мальков, определяемую, как минимум, более высокими темпами раннего развития особей данного вида рыб, по сравнению с плотвой и другими представителями сем. *Cyprinidae* [Дислер, 1960]. Наименьшие показатели флуктуирующей асимметрии отмечены у особей окуня, обитавших в Нагорном пруду, которые не испытывали существенных техногенных воздействий со стороны урбанизированной среды. На стабильность условий протекания раннего онтогенеза окуня и плотвы в этом водоеме могли повлиять лишь погодные условия и некоторые количества органических и биогенных загрязняющих веществ, поступавших с талыми и дождевыми смывами с садово-огородных массивов и с коммунально-бытовыми стоками Нагорного дома инвалидов.

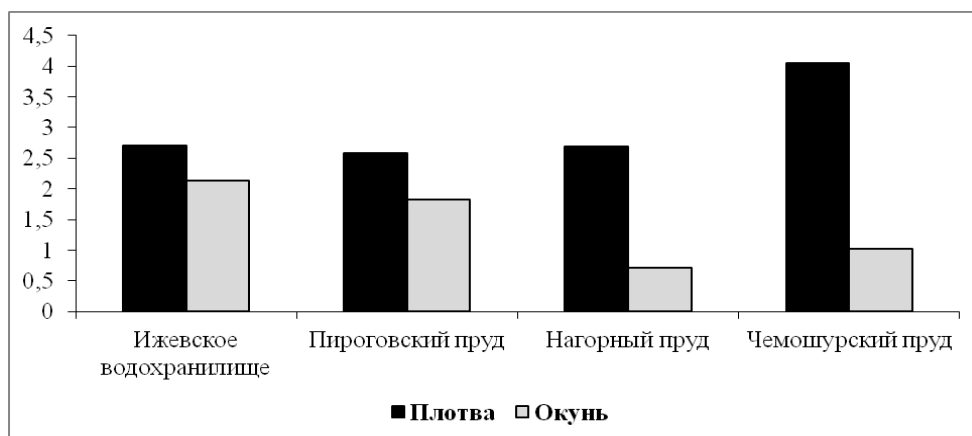


Рис. 6.3.1. Показатели дисперсии флуктуирующей асимметрии суммарных значений ряда билатеральных сеймосенсорных признаков головы у плотвы и окуня из четырех водоемов.

Отражением экологического состояния водоемов г. Ижевска в части химического загрязнения воды может служить и доля особей в городских популяциях рыб, имеющих качественные девиации в морфологическом строении тела. В отношении особей плотвы в первую очередь следует отметить редуционные аберрации, связанные с недоразвитием отдельных (единичных) элементов в метамерных органах скелета, такие как редукция тел позвонков, несрастание их невральных дуг в единые остистые отростки, недоразвитие лучей в плавниках, отсутствие окостенения участков сеймосенсорных каналов на некоторых покровных костях черепа. По нашим данным, в Пироговском, Нагорном и Чемошурском прудах доля взрослых особей плотвы с подобными мелкими и нелетальными нарушениями скелета, появившимися у них на первом году жизни, не превышала 5-6 %, тогда как в Ижевском водохранилище она достигала 20 % [Котеков, 2001]. Последний факт свидетельствовал о наличии в этом водоеме каких-то абиотических факторов, которые могли негативно влиять на ранний онтогенез плотвы – нарушать или прерывать морфогенетические процессы, связанные с формированием органов скелета ее развивающихся личинок и мальков. Вероятно, такими факторами были некоторые загрязняющие вещества, в частности, ионы ряда тяжелых металлов и компоненты нефтепродуктов, содержание которых в воде Ижевского водохранилища регулярно превышало допустимые значения рыбохозяйственных нормативов [Котеков и др., 2013].

6.4. Современное состояние наземных позвоночных животных

Среди встречающихся в городе наземных позвоночных животных можно выделить четыре **экологические группы** видов, которые различаются давностью, глубиной и прочностью экологических связей с человеком и урбанистической средой.

1. Синантропные (облигатно-синантропные) виды постоянно живут и размножаются только в населенных пунктах, предпочитая искусственно-созданную человеком среду жилых помещений, продовольственных складов и магазинов. Их появление за пределами города наблюдается редко и кратковременно, обычно это связано с дальними миграциями или с сезонным обилием кормов за пределами городской черты. Они являются ближайшими и давними соседями человека, поселяющимися рядом вопреки его желаниям. Достигая высокой плотности населения, эти животные становятся нежелательными биологическими агентами и загрязнителями среды обитания человека. Из числа позвоночных животных к этой группе относятся домовая мышь, серая крыса, сизый голубь, ворон, деревенская ласточка, домовый воробей.

2. Урбанотильные (факультативно-синантропные) животные явно предпочитают городскую среду обитания естественной, однако часть особей и популяций этих видов обитает вне населенных пунктов. Тем не менее, в городах плотность их населения значительно выше в связи с более благоприятными условиями жизни – здесь богаче и стабильнее кормовая база, благоприятнее микроклимат в холодное время года, имеется большее количество необходимых для размножения убежищ и т.д. Наиболее яркими представителями этой группы являются галка, грач, скворец, полевой

воробей, белая трясогузка и черный стриж, которые тяготеют к жилым кварталам городов и даже могут быть фоновыми видами данных местообитаний. У ряда видов птиц предпочтение городской среды наблюдается не круглогодично, а имеет ярко выраженный сезонный характер. Зимняя урбанофилия в первую очередь характерна для серой вороны и большой синицы, но также проявляется у зимующих хищных птиц (ястреб-тетеревятник, сапсан, длиннохвостая неясыть), которые в условиях города успешно охотятся на серых ворон, галок, сизых голубей, больших синиц, воробьев, крыс и мышей.

3. Урбанотолерантные виды животных способны мириться с временным или постоянным присутствием людей и техники, если в городской среде сохраняются анклавы естественных местообитаний или близкие к ним биотопы, а их убежища/гнездовья оказываются не достигаемыми для кошек и собак. В пределах города эти животные селятся в парках, садах и скверах, на садово-огородных и дачных массивах, кладбищах, пустырях и по заболоченным берегам водоемов, причем в этих участках плотность их населения может быть даже выше, чем вдали от города. Состав этой группы весьма обширен и включает большую часть отмеченных в городе видов. Изучение экологии и поведения этих животных представляет собой важную и весьма интересную задачу. В конце XX – начале XXI века ряд урбанотолерантных видов птиц начал значительно активнее осваивать городскую среду, что привело к адаптивным изменениям их поведения и биологии, позволяющим успешно жить вблизи человека. Подобные адаптации на наших глазах формируются у дрозда-рябинника, краквы, озерной чайки, черного коршуна и др. Гнездящиеся колонияльно рябинники предпочитают селиться вблизи садово-огородных массивов и частных домовладений, где «помогают собирать» урожай ягод, навлекая на себя праведный гнев владельцев участков. В городских условиях рябинники могут строить свои гнезда даже в небольших по площади участках зеленых насаждений. Меняются стереотипы их гнездостроительного поведения: при сооружении гнезд они могут использовать антропогенные субстраты (крышки скворечников, столбы изгородей, бревна срубов домов, железные и бетонные опоры) и искусственные гнездовые материалы (обрывки шнура, бумаги, полиэтилена). При урожае плодов рябины, боярышника и яблони-китайки они надолго (часть особей на всю зиму) задерживаются в городе, постепенно собираясь в огромные стаи численностью до нескольких сотен особей. Краквы в настоящее время встречаются в различных частях города, гнездятся по берегам даже небольших болотцев и ручьев, текущих в оврагах. Ежегодно до 250 особей зимуют на теплых водах р. Иж и городского пруда, практически всецело существуя за счет постоянной подкормки людьми. В последнее время глубоко в центральную часть города проникают в поисках пищи черные коршуны и озерные чайки, которых ранее можно было наблюдать лишь на городских окраинах вблизи мест их гнездования. Озерные чайки, конфликтуя с голубями и воронами, собирают корм в мусорных баках во дворах домов. Черные коршуны на муськах пока не отмечены, но, очевидно, что выработка этой формы кормодобывающего поведения – не за горами. Важной общей биологической особенностью, предопределяющей успех озерных чаек и рябинников в освоении урбанистической среды, является их колонияльное гнездование и способность к коллективной защите гнездовий, позволяющие им успешно противостоять хищничеству собак, кошек, серых ворон и др. У птиц, поселяющихся в городской среде, увеличивается терпимость к присутствию людей и движущегося транспорта, а дистанция вспугивания, наоборот, снижается. Это особенно заметно на примере большой синицы и зяблика, которые могут собирать корм прямо под ногами людей, а в местах их постоянной подкормки даже выпрашивают его, перепархивая на уровне лица человека.

4. Урбанобичные виды в целом избегают городской среды, обнаруживаются здесь редко и обычно лишь в период сезонных миграций, пролетом, либо обитают на удаленных и наименее посещаемых людьми участках сохранившихся естественных местообитаний – в лесопарках, болотах и на водоемах. К этой группе относятся не только крупные животные, такие как бурый медведь, барсук, лось, тетерев и глухарь, но и совсем мелкие виды, не способные противостоять хищничеству домашних животных и чувствительные к фактору беспокойства и техногенным шумам.

Местообитания позвоночных животных в черте города. Любой современный город, в том числе и Ижевск, представляет собой сложно-структурированную антропоэкосистему, включающую в себя различные *функциональные зоны*, различающиеся степенью озеленения, породным составом и возрастом деревьев, наличием кустарников и сухих прошлогодних стеблей многолетних трав, обилием и разнообразием убежищ и кормов, присутствием людей, домашних животных и техники, уровнем различных загрязнений и прочими условиями и ресурсами, определяющими возможность обитания позвоночных животных.

Промышленно-транспортная зона города включает территории различных заводов, производственных объединений, строительных баз, гаражных кооперативов, оптовых складов, железнодорожных станций и пр., а также наиболее крупные железнодорожные и автомобильные магистрали. Здесь наблюдается минимальная степень озеленения и высокий уровень шумового и химического загрязнения, что делает возможной жизнь лишь максимально адаптированных синантропных и урбанотолерантных видов. Вместе с тем, на огороженных территориях крупных заводов могут сохраняться участки с водоемами, деревьями, кустарниками и разнообразными убежищами, вполне пригодными для жизни урбанотолерантных видов.

Селитебная (жилая) зона города включает в себя территории с различными вариантами застройки. В центре города помимо 2-5-этажных жилых домов, построенных во второй половине прошлого века, расположены различные учреждения социально-бытовой направленности, торговые павильоны, продуктовые рынки, магазины и кафе, являющиеся надежной кормовой базой для адаптированных к городской жизни животных, здесь всегда много людей и автомобилей, а улицы хорошо освещаются в темное время суток. Вместе с тем, рядом с оживленными улицами и площадями, на аллеях бульваров, в скверах и во дворах, зачастую сохраняются участки относительного покоя со старыми деревьями и укромными местами, пригодными для гнездования птиц. В «спальных» микрорайонах с высотными 9-16-этажными домами наблюдается достаточно низкий уровень озеленения, а плотности населения людей и домашних животных, напротив, слишком высоки, что приводит к формированию обедненного видами сообщества позвоночных животных, представленного прежде всего синантропными и урбанотолерантными видами. Районы старых деревянных одноэтажных частных домов с небольшими приусадебными участками, а также коттеджные поселки с современными 2-3-этажными особняками представляют собой один из наиболее благоприятных для жизни позвоночных животных биотопов городской среды, поскольку характеризуются хорошими трофическими условиями, достаточным количеством надежных убежищ и низким уровнем фактора беспокойства. В этих биотопах могут появляться не только синантропные, но и урбанотолерантные виды (белогрудый еж, европейский крот, обыкновенная горихвостка, мухоловка-пеструшка, коноплянка).

Зеленая зона города помимо лесопарков, парков, внутригородских островных лесных массивов и защитных лесополос из подросткового сосняка включает в себя также территории больничных комплексов, санаториев и кладбищ, а также обширные пустыри восточной окраины города, овраги с протекающими по их ложу ручьями, акваторию городского пруда, болота и луга в пойме р. Иж и р. Позимь, а также расположенные в городской черте садово-огородные массивы. Условия для жизни позвоночных животных в этой зоне наиболее близки к естественным, несмотря на высокий уровень рекреационной нагрузки с постоянным присутствием людей и домашних животных. Здесь обитает большое количество урбанотолерантных видов, а вот настоящие синантропные животные, как правило, редки или отсутствуют.

Особенно высоким видовым разнообразием наземных позвоночных животных (в первую очередь птиц) характеризуются прибрежные местообитания городского пруда, р. Иж и его левое притока - р. Позимь. В административных границах города расположены две ключевых орнитологических территорий России (КОТР): в верховьях Ижевского пруда – КОТР регионального значения «Воложка», а на восточной и юго-восточной окраине города – КОТР международного значения «Нижняя Позимь» [Меньшиков, Тютин, 2008]. Обе эти территории важны как резерваты водно-болотных птиц, многие из которых являются редкими и охраняются законом. Заросшие околосудной и надводной растительностью обширные заболоченные мелководья КОТР «Воложка» являются прекрасным местом гнездования, отдыха и кормежки водоплавающих и околоводных птиц. Высокое видовое разнообразие птиц этой территории также определяется низким уровнем рекреационной нагрузки в связи с ее заболоченностью. Главной, системообразующей особенностью КОТР «Нижняя Позимь» является расположенная в заболоченной пойме р. Позими и р. Ижа крупнейшая в республике гнездовая колония озерных чаек, под защитой которых формируется богатый водно-болотный орнитокомплекс, включающий многие редкие виды (черношейная поганка, большая выпь, камышница, лысуха, хохлатая черныш, болотный лушь, малый погоньш и др.). Кроме того, данная КОТР, располагаясь на вытянутом в меридиональном направлении участке русла р. Позимь, имеет большое значение в качестве миграционного коридора для перелетных птиц.

При изучении видового состава позвоночных животных г. Ижевска мы принимали во внимание всю территорию города в его административных границах, которые во многих местах более или менее удалены от зоны сплошной застройки. Помимо собственных наблюдений автора были использованы материалы более ранних публикаций по фауне г. Ижевска [Борисовский, 1997;

Брауде, 1984; Зубцовский и др., 2002; Капитонов и др., 1997; Меньшиков, Григорьев, 1998; Меньшиков, Дергин, 2012; Попов, 1965; Птицы городов..., 2001], а также неопубликованные результаты натурных наблюдений преподавателей, сотрудников и студентов Удмуртского государственного университета – Д.А. Адаховского, О.В. Ежовой, Л.П. Пятак, И.В. Сырых, Д.А. Ходырева, Д.П. Шишкина. Всем перечисленным коллегам автор выражает свою глубокую признательность.

Всего на территории г. Ижевска зарегистрировано пребывание 266 видов наземных позвоночных животных: 9 видов земноводных, 5 - пресмыкающихся, 210 - птиц и 42 - млекопитающих. Ниже приводятся характеристики каждой из названных таксономических групп.

Амфибии и рептилии. Из двенадцати видов амфибий, зарегистрированных в Удмуртской Республике [Борисовский, 1997], в административных границах г. Ижевска отмечены 9 (75%): обыкновенный и гребенчатый тритоны из отряда Caudata, а также обыкновенная чесночница, краснобрюхая жерлянка, серая и зеленая жабы, остромордая, травяная и озёрная лягушки из отряда Anura [Зубцовский и др., 2002]. Подавляющее большинство перечисленных видов являются обычными и широко распространенными. К числу редких и исчезающих видов относится лишь краснобрюхая жерлянка, локальные популяции которой были обнаружены в окрестностях г. Ижевска – в пойме р. Позимь (к настоящему времени, по-видимому, исчезла) и в верховьях городского пруда [Красная книга..., 2012]. В жилой части города с высокой вероятностью могут быть встречены лишь 3 вида земноводных – серая и зеленая жабы, а также остромордая лягушка, при этом только зеленая жаба может быть охарактеризована как урбанотолерантный вид. Остальные амфибии, являясь урбанотолерантными животными, обитают на лугах, в лесопарковых массивах, на городском пруду или в небольших водоемах вблизи городских кварталов.

Из 6 видов пресмыкающихся Удмуртии [Борисовский, 1997] в административных границах г.Ижевска обнаружены пять (83%): ломкая веретеница, прыткая и живородящая ящерицы, обыкновенный уж и обыкновенная гадюка, причем в жилой зоне города можно встретить лишь живородящую ящерицу, а остальные рептилии могут быть найдены в верховьях городского пруда и в лесопарковой зоне по его левому берегу [Зубцовский и др., 2002]. Редкие охраняемые виды пресмыкающихся в пределах г. Ижевска не зарегистрированы.

Особенный интерес для зоологов представляют единичные встречи на берегу Ижевского пруда болотной черепахи – *Emys orbicularis* (L., 1758). По всей вероятности, были встречи с домашними питомцами, по какой-то причине оказавшимися на свободе. Они могут некоторое время существовать и в естественной среде, однако благополучная зимовка и последующее успешное размножение данного вида в условиях Удмуртии не доказаны и вряд ли возможны, поскольку для нормальной жизнедеятельности болотная черепаха нуждается в более теплом климате. Тем не менее, следует заметить, что современный ареал болотной черепахи в бассейне Волги простирается на север до Республики Марий-Эл и Республики Башкортостан.

Птицы. Главной группой наземных позвоночных животных, создающей основу их биологического разнообразия в условиях городской черты, являются птицы. К настоящему времени в административных границах г. Ижевска зарегистрировано пребывание 210 видов, что составляет около 80% общего списка птиц, отмеченных в Удмуртской Республике [Зубцовский и др., 1997].

Необходимо заметить, что орнитофауна г. Ижевска активно исследовалась местными орнитологами на протяжении последних шестидесяти лет, причем список видов в течение этого периода времени постоянно и интенсивно пополнялся: в начале 1960-х гг. в черте города было обнаружено 43 вида птиц [Попов, 1968], в 1970-х гг. – 75 [Брауде, 1984], в конце 1990-х гг. – 130 [Меньшиков, Григорьев, 1998], в начале 2000-х гг. – 167 [Птицы городов..., 2001], в 2012 г. – 195 видов [Меньшиков, Дергин, 2012]. Высокие темпы роста количества выявленных видов, с одной стороны, объясняются усилением внимания орнитологов к изучению городской орнитофауны Ижевска, которое приносило и продолжает приносить плоды, в первую очередь, за счет выявления редких пролетных и случайно-залетных видов. Во-вторых, качественный рост разнообразия городской орнитофауны связан с интенсивным развитием самого города, который вбирал в свои пределы естественные биотопы – водоемы, луга, болота, леса, овраги, пустыри и сельскохозяйственные угодья с соответствующими сообществами животных. Наконец, нельзя не учитывать интенсивно-протекающие процессы синантропизации и экспансии ряда видов птиц за пределы области их естественного обитания.

В таксономическом отношении орнитофауну города формируют представители 16 отрядов, причем по количеству входящих видов вполне ожидаемо лидируют четыре отряда: Воробьинообразные – 95 видов (45%), Ржанкообразные – 34 (16%), Соколообразные и Гусеобразные

– по 18 (по 8,6%). В совокупности представители этих отрядов составляют почти 80% видового списка птиц города. Остальные отряды представлены существенно меньшим количеством видов.

На территории г. Ижевска зарегистрировано 10 залетных видов, появление которых обусловлено ошибками навигации птиц при дальних сезонных перелетах (краснозобая гагара, ходулочник, красноносый нырок) или выраженной тенденцией к освоению видом новых пространств, лежащих за пределами основной части ареала (белый аист, чернозобый дрозд, горихвостка-чернушка, урагус, черноголовая гаичка, горная трясогузка). Для недавно появившихся в республике горихвостки-чернушки, урагуса, черноголовой гаички и горной трясогузки предполагается вероятность гнездования на городских территориях.

Значительная часть видов птиц встречается в городских условиях лишь в краткий период сезонных (весенних и осенних) перелетов (55 пролетных видов; 26%) или более продолжительное время на зимних кочевках (14 зимующих видов; около 7%). Таким образом, около трети всех птиц г. Ижевска не входят в состав его гнездовой орнитофауны. К наиболее интересным встречам с представителями этой группы в центральной части города относятся следующие: 31 марта 2016 г. во внутреннем дворе учебного корпуса УдГУ был обнаружен травмированный в результате удара о стену здания глухарь. В течение двух последовательных зимних сезонов 2015-2017 гг. вероятно одна и та же самка белой совы продолжительное время использовала укромную нишу во внутреннем дворе УдГУ для дневного отдыха.

Основу летнего населения птиц г. Ижевска формируют 123 гнездящихся вида (почти 60% общего состава орнитофауны). Девять гнездящихся видов (озерная чайка, сизый голубь, черный стриж, белая трясогузка, галка, рябинник, полевой и домовый воробьи, зяблик) в черте города многочисленны, 45 – вполне обычны, 61 – редки и еще 8 – исключительно редки. Для 19 видов гнездование в черте города пока не доказано. Наиболее интересными и достаточно реалистичными являются предположения о возможном гнездовании в городской черте сапсана, тетерева, серого сорокопута, урагуса и горной трясогузки. Интересными являются факты гнездования в городе таких редких видов как коростель, погоныш, камышница, малый зуек, поручейник, мородунка, большой веретенник, трехпалый дятел, ворон, соловьиный сверчок, дроздовидная камышевка, черноголовый чекан, обыкновенный ремез. Вероятнее всего потеряны из состава орнитофауны города такие гнездившиеся прежде виды как кобчик и дубровник.

Зимнюю орнитофауну города составляют 50 видов птиц, среди которых – 25 ведут оседлый образ жизни, 14 – встречаются только в холодное время года (белая сова, длиннохвостая и бородастая неясыти, свистель, обыкновенная чечетка, шур, белокрылый клест и др.), а 11 – в норме перелетных видов изредка единично регистрируются зимой (чирок-свистунок, хохлатая чернеть, грач, дрозд-белобровик, черный дрозд, певчий дрозд, зяблик, юрок, зарянка и др.).

В черте города обнаружены 31 вид птиц, занесенных в Красные книги регионального и федерального уровня (Красная..., 2001, 2012) (табл. 6.4.1), причем 7 из них являются гнездящимися видами городской орнитофауны, а еще для 9 видов возможность гнездования не исключена.

Таблица 6.4.1

Кадастр редких и исчезающих видов птиц г. Ижевска, занесенных в Красную книгу Удмуртской Республики

№	Название таксонов	Статус
	ОТРЯД ПОГАНКООБРАЗНЫЕ - PODICIPEDIFORMES	
1.	Черношейная поганка – <i>Podiceps nigricollis</i> C.L.Brehm, 1831	3
2.	Красношейная поганка – <i>Podiceps auritus</i> (L., 1758)	3
3.	Серощёкая поганка – <i>Podiceps grisegena</i> (Bodd., 1783)	3
	ОТРЯД АИСТООБРАЗНЫЕ - CICONIIFORMES	
4.	Большая выпь – <i>Botaurus stellaris</i> (L., 1758)	3
5.	Малая выпь – <i>Ixobrychus minutus</i> (L., 1766)	4
	ОТРЯД ГУСЕОБРАЗНЫЕ - ANSERIFORMES	
6.	Лебедь-кликун – <i>Cygnus cygnus</i> (L., 1758)	0
	ОТРЯД СОКОЛООБРАЗНЫЕ - FALCONIFORMES	
7.	Скопа – <i>Pandion haliaetus</i> (L., 1758)	1
8.	Обыкновенный осоед – <i>Pernis apivorus</i> (L., 1758)	3

9.	Большой подорлик – <i>Aquila clanga</i> Pall., 1811	1
10.	Беркут – <i>Aquila chrysaetos</i> (L., 1758)	1
11.	Орлан-белохвост – <i>Haliaeetus albicilla</i> (L., 1758)	3
12.	Сапсан – <i>Falco peregrinus</i> Tunst., 1771	1
13.	Дербник – <i>Falco columbarius</i> L., 1758	3
14.	Кобчик – <i>Falco vespertinus</i> L., 1766	3
15.	Обыкновенная пустельга – <i>Falco tinnunculus</i> L., 1758	2
ОТРЯД РЖАНКООБРАЗНЫЕ - CHARADRIIFORMES		
16.	Кулик-сорока – <i>Haematopus ostralegus</i> L., 1758	3
17.	Большой кроншнеп – <i>Numenius arquata</i> (L., 1758)	3
18.	Большой веретенник – <i>Limosa limosa</i> (L., 1758)	3
19.	Малая крачка – <i>Sternula albifrons</i> Pall., 1764	3
ОТРЯД ГОЛУБЕОБРАЗНЫЕ - COLUMBIFORMES		
20.	Клинтух – <i>Columba oenas</i> L., 1758	2
ОТРЯД СОВООБРАЗНЫЕ - STRIGIFORMES		
21.	Белая сова – <i>Bubo scandiaca</i> (L., 1758)	3
22.	Болотная сова – <i>Asio flammeus</i> (Pontopp., 1763)	3
23.	Сплюшка – <i>Otus scops</i> (L., 1758)	4
24.	Мохноногий сыч – <i>Aegolius funereus</i> (L., 1758)	3
25.	Воробьиный сыч – <i>Glaucidium passerinum</i> (L., 1758)	3
26.	Ястребиная сова – <i>Surnia ulula</i> (L., 1758)	3
27.	Серая неясыть – <i>Strix aluco</i> L., 1758	2
28.	Бородатая неясыть – <i>Strix nebulosa</i> Forst., 1772	4
ОТРЯД РАКШЕОБРАЗНЫЕ – CORACIFORMES		
29.	Обыкновенный зимородок – <i>Alcedo atthis</i> (L., 1758)	3
ОТРЯД ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ – PASSERIFORMES		
30.	Серый сорокопут – <i>Lanius excubitor</i> L., 1758	3
31.	Князёк – <i>Parus cyaneus</i> Pall., 1770	3

Примечание к табл. 6.4.1: статус – приведены категории редкости в Красной книге Удмуртской Республики [Красная..., 2012].

Млекопитающие. Из 65 видов, составляющих териофауну Удмуртской Республики [Капитонов и др., 1997], в черте г. Ижевска отмечены 42 вида (64,5%), в числе которых 16 видов (38,0%) – достаточно обычны, 20 (47,6%) – редки и еще 6 (14,4%) встречаются крайне редко. В таксономическом отношении ожидаемо доминируют представители трех отрядов: Грызуны – 15 видов (37,5%), Рукокрылые – 10 (25, 0%) и Хищные – 7 (17,5%), что в итоге дает 80% общего списка млекопитающих города.

В териофауне города явно преобладают виды, приуроченные к лесным (19 видов) и водно-болотным (7) местообитаниям. Доля синантропных видов невелика – в селитебной зоне города обычными представителями этой группы являются лишь домовая мышь и серая крыса. Три вида летучих мышей (усатая ночница, бурый ушан и рыжая вечерница) занесены в Красную книгу Удмуртской Республики [Красная..., 2012]. В последние годы участились случаи захода в лесопарковую и даже в селитебную зону г. Ижевска крупных млекопитающих. Так, например, свежие бобровые погрызы стволов прибрежных деревьев летом 2016 г. были обнаружены на р. Иж ниже плотины городского пруда. Достаточно часто в восточные и северные микрорайоны города заходят одиночные лоси и их семейные группы. В сентябре 2016 г. на северной окраине города местные жители наблюдали молодого бурого медведя. Осенью 2015 г. лесную куницу удалось наблюдать в Северной лесопарковой зоне города не далее 1 км от зоны сплошной жилой застройки. В зимнее время в верховьях Ижевского пруда отмечали заходы волка и рыси [Зубцовский и др., 2002].

7. Состояние окружающей среды как фактор риска для здоровья населения

7.1. Здоровье детского населения как показатель состояния комфортности окружающей среды

Кафедрой экологии и природопользования Удмуртского госуниверситета с начала 1990-х годов осуществляется мониторинг связи состояния окружающей среды (прежде всего атмосферного воздуха) и состояния здоровья населения г. Ижевска. Раз в пять лет проводится срез динамики, структуры и территориального распределения показателей заболеваемости детского населения г. Ижевска на уровне педиатрических участков и территорий обслуживания городских детских поликлиник. Формы статистической отчетности №12 предоставляются Оргметотделом Управления здравоохранения г.Ижевска. На уровне поликлиник рассчитываются относительные (на 1000 населения соответствующего возраста) показатели общей заболеваемости детского населения, по 15-ти классам болезней (согласно Международной классификации болезней МКБ-10). На уровне участков обслуживания, исходя из информации, предоставленной отделами медицинской статистики детских поликлиник, учитываются в первую очередь показатели общей заболеваемости и заболеваемости органов дыхания.

Связь между состоянием окружающей среды г. Ижевска и здоровьем детского населения в разные временные периоды рассматривалась с применением нескольких методик. В 1990-е годы территориальное сопоставление показателей заболеваемости детского населения и экологической ситуации в городе осуществлялось по методике расчета суммарного показателя антропогенной нагрузки (СПАН), разработанной профессором В.И. Стурманом [Малькова и др., 2003]. Данная методика крупномасштабного количественного экологического картографирования предполагает учет уровня загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и почвенного покрова. В качестве характеристик состояния компонентов среды были использованы общепринятые индексы загрязнения атмосферы, воды, почв, а в качестве характеристик их весомости – значения коэффициентов корреляции между общей заболеваемостью детей по 120-ти педиатрическим участкам поликлиник и соответствующими показателями состояния компонентов среды в пределах тех же участков.

Преимуществами методики СПАН является возможность комплексного учета воздействия факторов загрязнения окружающей среды на здоровье детского населения (при наличии достаточно полной и территориально дифференцированной базы данных). Но существенным недостатком является отсутствие возможностей прогнозирования дальнейшего развития ситуации, поскольку предусмотрена лишь констатация существующей связи между рассматриваемыми показателями.

Потому в дальнейших исследованиях использовалась методика, закрепленная в «Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04, утверждено главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г.Онищенко 05.03.2004 г.) [Р..., 2004]. Данная методика позволяет рассчитать не только вероятность возникновения общетоксических (неканцерогенных) эффектов (количество шансов из 100), но и время наступления потенциального токсического эффекта. При этом принимается допущение, что «опасное» время составляет менее одной трети средней продолжительности жизни человека, т.е. менее 25 лет; а риск свыше 70 лет – практически не существенный, т.е. в течение жизни не проявится и не представляет реальной опасности.

Таким образом, исходя из среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ, полученных как на стационарных постах наблюдения, так и при эпизодических замерах, по данным 2001-03, 2008-10 и 2014-16 годов, была рассчитана величина индивидуального общетоксического риска при хроническом воздействии загрязненного атмосферного воздуха г.Ижевска на здоровье детского населения. Расчет проводился на базе программного обеспечения EXCEL (версия 11.0). Для отображения территориального распределения величины риска использовалась программа MapInfo Professional 7.0. Были оцифрованы изолинии соответствующие определенным значениям индекса риска. В итоге были созданы карты распределения уровней ингаляционного риска отдельно по каждому из рассматриваемых загрязняющих веществ и карта суммарного индекса риска.

Также была проанализирована динамика тесноты связи рассматриваемых показателей за 25-летний период. При этом были использованы методы крупномасштабного экологического и медико-

экологического картографирования, сбор, обработка и санитарно-эпидемиологическая интерпретация исходной информации, пространственно-временной анализ медико-статистической и экологической информации и др.

Результаты исследования. Уровень общей заболеваемости детского населения г. Ижевска существенно вырос с начала 1990-х годов (с 2400 до 3500 ‰). С 2010 г. наметилось снижение показателей (до 3023,8 ‰ в 2016г.) (рис. 7.1.1, рис. 7.1.2). В то же время среди контингента детей до 14 лет включительно по данным большинства детских городских поликлиник уровень заболеваемости возрос в среднем на 20%. В пределах Ленинского района (ДГП №№ 3 и 6) и микрорайона Старый Аэропорт (ДГКП № 8) медико-экологическая ситуация может считаться относительно благоприятной.

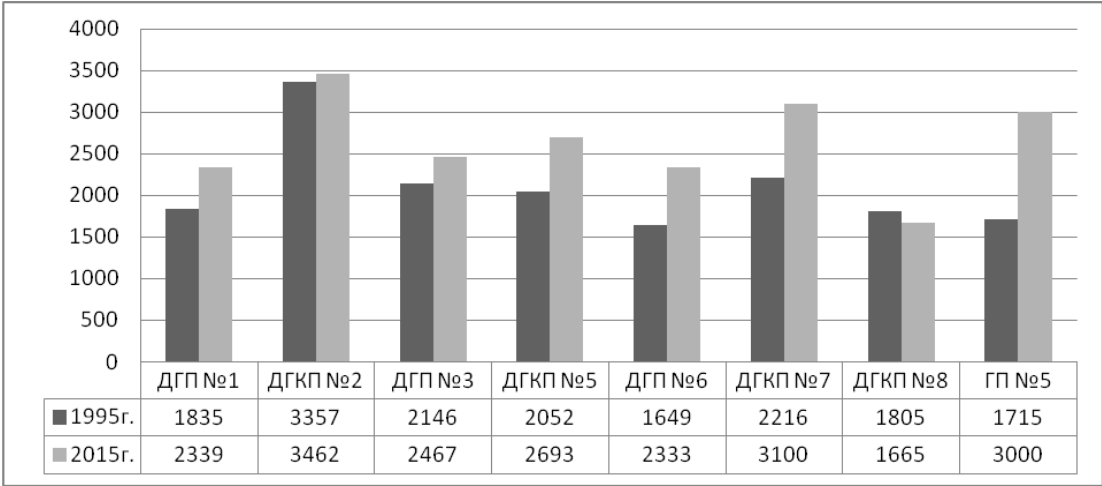


Рис. 7.1.1. Уровень заболеваемости детского населения г.Ижевска (на 1000 человек до 17 лет)

На начало 1990-х годов высокие показатели заболеваемости детей были характерны для всей центральной части г.Ижевска (рис. 7.1.3). На данный момент неблагоприятная ситуация локализовалась в северных микрорайонах города – Metallurg, Север, Буммаш и в микрорайоне Центр (рис. 7.1.3). В пределах большинства педиатрических участков детских поликлиник,

За последние 20 лет доля болезней органов дыхания возросла на 18 %, в то время как доля иных нозологических форм уменьшилась. Максимальный уровень распространенности болезней органов дыхания достигает 2064 ‰, распространенность по другим классам болезней не превышает 300 ‰.

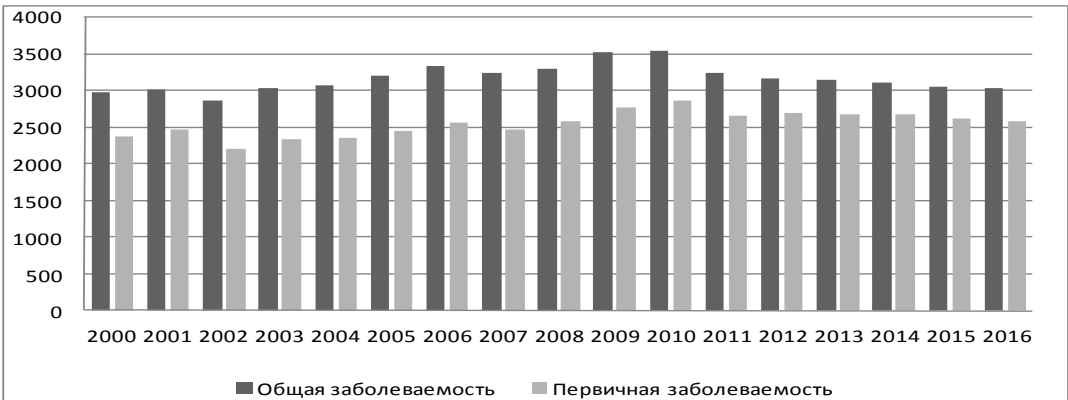


Рис. 7.1.2. Динамика общей заболеваемости детского населения г.Ижевска в разрезе детских городских поликлиник, ‰

В северной части города уровень заболеваемости органов дыхания, на долю которых приходится свыше 40 % в структуре общей заболеваемости, вырос в последние годы почти на 60 % (рис. 7.1.4). Ведущее место в структуре заболеваемости детей занимают болезни, связанные в первую очередь с патологией верхних дыхательных путей (от 40 до 72 %). Это свидетельствует о том, что среди различных причин возникновения болезней ингаляционный путь поступления патологических агентов имеет наибольшее значение.

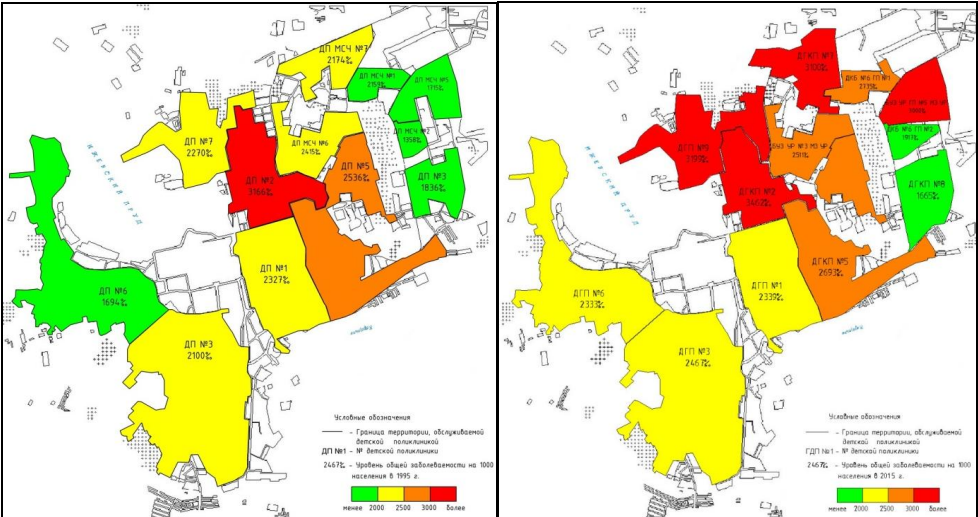


Рис. 7.1.3. Уровень общей заболеваемости детского населения г. Ижевска в пределах территорий обслуживания детских поликлиник, 1995 г. и 2015 г.

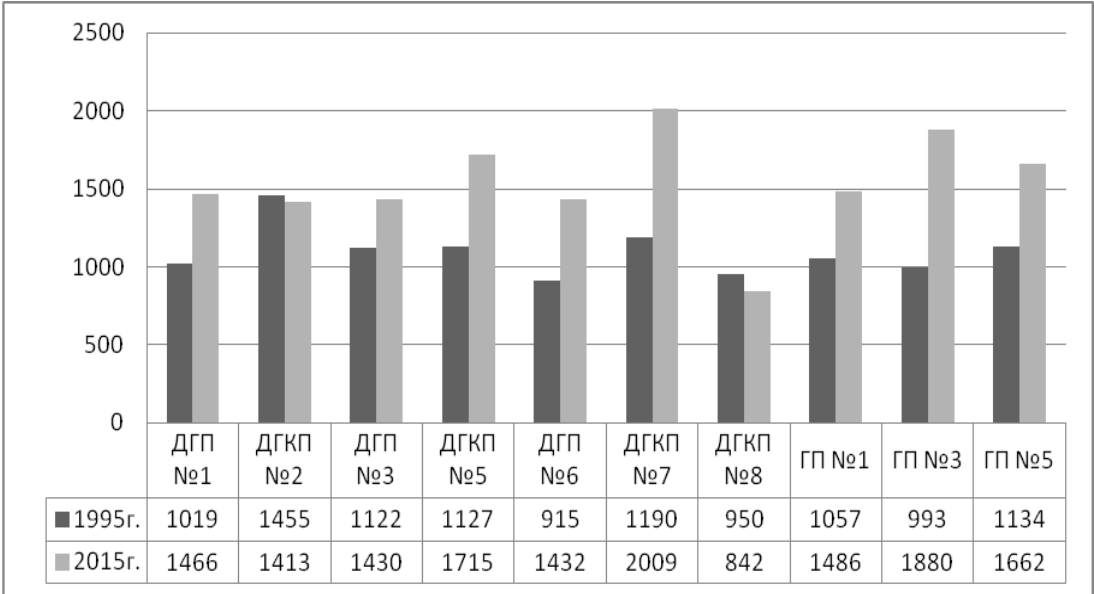


Рис. 7.1.4. Динамика уровня заболеваемости по классу «болезни органов дыхания» среди детского населения г.Ижевска, %

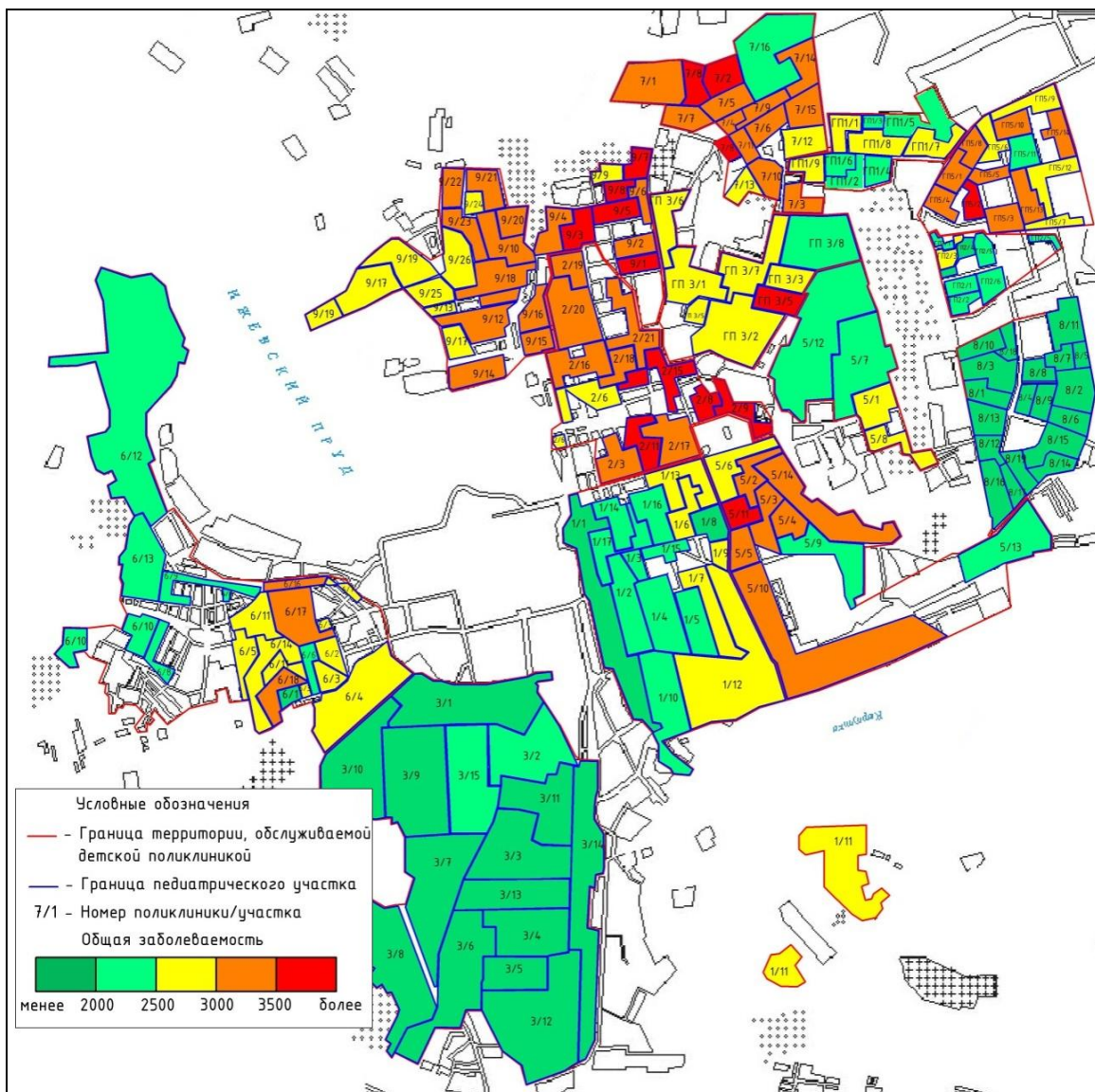


Рис. 7.1.5. Общая заболеваемость детского населения г. Ижевска в разрезе педиатрических участков, 2015 г.

Анализ связи уровня заболеваемости детского населения с состоянием окружающей среды показал следующее. По состоянию на начало 1990-х гг., исходя из полученных коэффициентов парной корреляции, суммарный показатель антропогенной нагрузки (СПАН) рассчитывался по формуле [Малькова, 1999]:

$$\text{СПАН} = 0,57 \text{ ИЗАнму}/4 + 0,23 \text{ ИЗАсг}/4 + 0,13 \text{ Zc}/16 + 0,07 \text{ ИЗВ}, \text{ где:}$$

ИЗАнму – индекс загрязнения атмосферы при неблагоприятных метеоусловиях; ИЗАсг – индекс загрязнения атмосферы в среднегодовом исчислении; Zc – суммарный показатель загрязнения почв; ИЗВ – индекс загрязнения воды в источниках питьевого водоснабжения.

По состоянию на начало 2000г. величины СПАН рассчитывались по несколько иной формуле [3]:

$$\text{СПАН} = 0,22 \text{ ИЗАсг}/5 + 0,68 \text{ ИЗАнму}/5 + 0,1 \text{ Zc}/16$$

И в том, и в другом случае вклад загрязнения почвенного покрова и питьевой воды несопоставимо мал по сравнению с индексом загрязнения атмосферного воздуха, особенно при неблагоприятных метеоусловиях. Сравнительный анализ двух полученных экологических карт г.Ижевска (рис. 7.1.6) показал, что при 2-3 кратном снижении величин СПАН характер территориального распределения его значений в общих чертах сохранился.

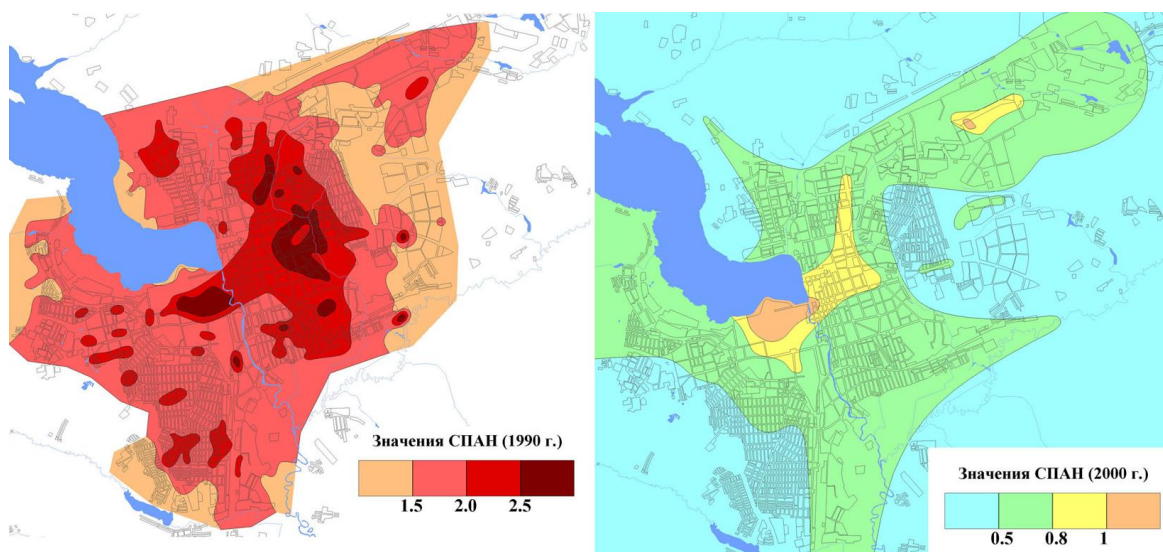


Рис. 7.1.6. Суммарный показатель антропогенной нагрузки на территории г. Ижевска по состоянию на 1990 г. и 2000 г. [Малькова и др., 2003]

На протяжении 1990-х годов отмечалось значительное снижение объемов общих валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Ижевска (со 110 до 80 тыс. тонн). На этом фоне уровень заболеваемости детского населения вырос с 2500 ‰ до 3000 ‰. При этом теснота корреляционной связи между уровнем заболеваемости детского населения и загрязнением окружающей среды г. Ижевска существенно снизилась (с 0,65 до 0,32). Эта ситуация отражает более значимое в данный период влияние социально-экономических факторов на формирование общественного здоровья.

В начале 2000-х годов при дальнейшем спаде объемов выбросов от стационарных источников загрязнения, произошло достаточно резкое увеличение выбросов от автотранспорта (с 50 до 85 тыс. тонн) и в дальнейшем их некоторая стабилизация на уровне 70 тыс. тонн. Несмотря на рост автопарка и увеличение доли автотранспортного загрязнения, существенное изменение структуры транспортных потоков привело к незначительному изменению комплексного индекса загрязнения атмосферы (КИЗА). Но при этом на карте КИЗА магистральные улицы города нашли более заметное отражение.

Индекс общетоксического ингаляционного риска здоровью детского населения, рассчитанный на основании среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ за период 2001-03 гг. (рис. 7.1.7), показал, что в пределах микрорайонов, примыкающих к центральной и северо-восточной промышленным зонам вероятность проявления неблагоприятных последствий составляет 20 - 25 % [Лагунова, Малькова, 2004]. А время их проявления у детей, проживающих в центре города – менее 15 лет (по оксиду углерода), что соответствует высокому уровню риска.

Величина неканцерогенного риска с учетом концентраций основных газообразных веществ-загрязнителей атмосферного воздуха г.Ижевска за период 2008 – 2010 гг. говорит о некотором улучшении экологической ситуации по сравнению с началом 2000-х гг. За этот период наметилась тенденция к снижению либо стабилизации среднегодовых концентраций загрязняющих веществ. Большая часть г. Ижевска оказалась в зоне невысокого риска (рис. 7.1.8). Напряженная ситуация сохранилась на территориях, непосредственно примыкающих к перекресткам крупных автодорог, в пределах которых ингаляционный риск по формальдегиду вырос в 1,5-2 раза [Малькова и др., 2014].

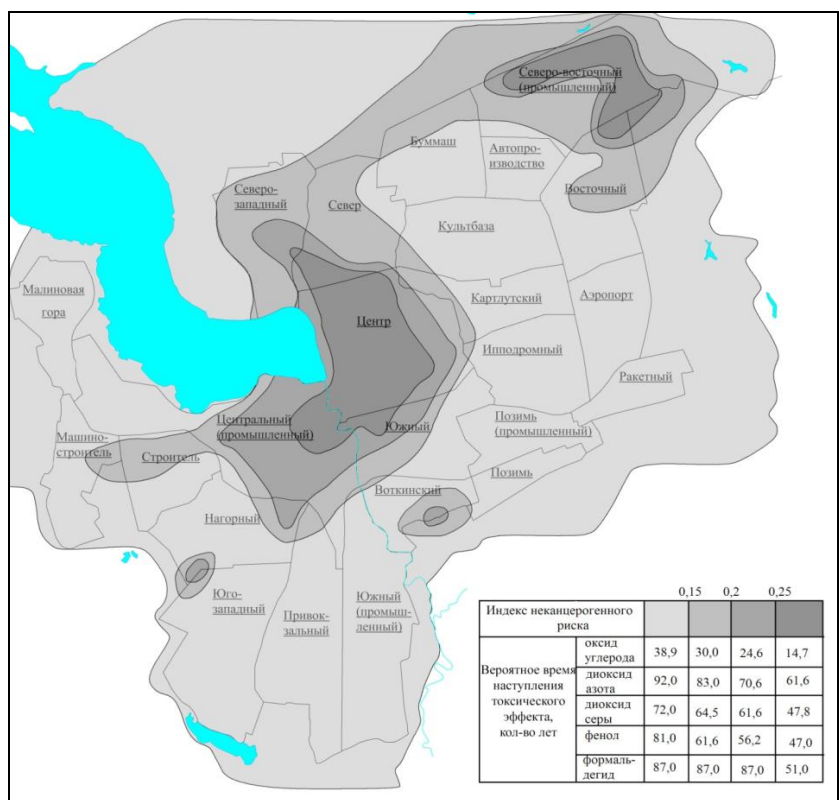


Рис. 7.1.7. Распределение значений суммарного ИНР по территории г.Ижевска, 2001 - 2003 годы

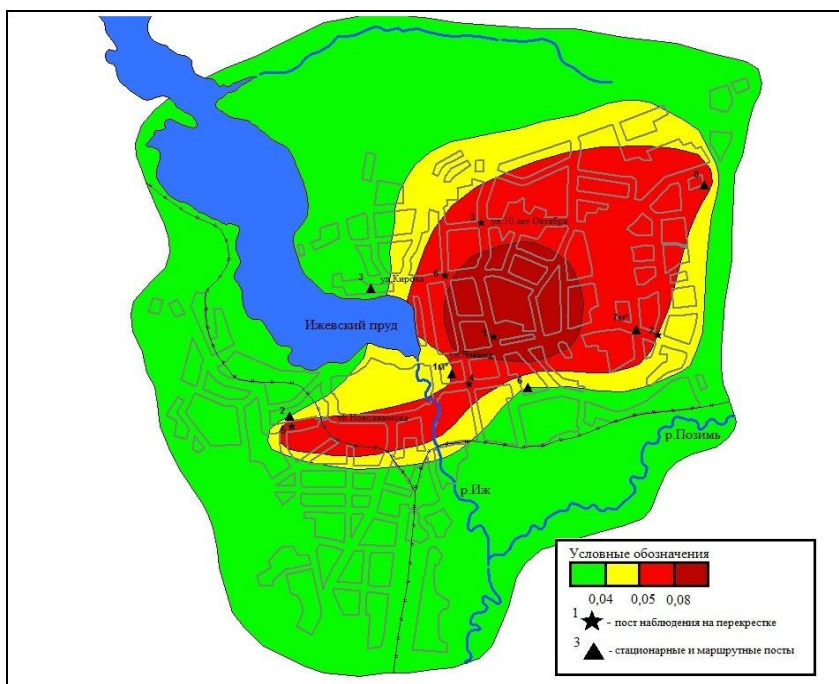


Рис. 7.1.8. Суммарный индекс общетоксического ингаляционного риска здоровью детского населения г. Ижевска по данным 2008 – 2010 годов

В пределах педиатрических участков, непосредственно примыкающим к улицам с интенсивными автотранспортными потоками, уровень заболеваемости органов дыхания детей

фиксировался в пределах от 1900 до 2100 ‰. На удаленных участках регистрировались значения в пределах 1000–1500 ‰. Теснота корреляционной связи на уровне педиатрических участков в целом по городу снизилась (с 0,64 до 0,41). Но на уровне связи средней силы оказались коэффициенты парной корреляции между заболеваемостью органов дыхания детей и величиной общетоксического риска по формальдегиду (0,52) и диоксиду серы (0,44), особенно в пределах микрорайона Металлург (территория обслуживания ДГП № 9).

Таким образом, прогнозы по вероятности проявления токсических эффектов, вызванных загрязнением воздушного бассейна г. Ижевска в начале 2000-х годов, частично оправдались. Высокие концентрации оксида углерода в этот период, с рассчитанным временным интервалом риска в 14-25 лет, во многом стали причиной высокого уровня заболеваемости детей в наши дни.

С 2010 г. вновь наметились две противоположные тенденции: рост уровня загрязнения атмосферного воздуха и снижение уровня заболеваемости детского населения (как отражение некоторой стабилизации экологической ситуации в предыдущие 10 лет). Среднегодовые концентрации отдельных загрязняющих веществ, замеренные в точках эпизодического мониторинга, проводимого кафедрой экологии и природопользования УдГУ, говорят о том, что 41 % комплексного индекса загрязнения атмосферы (КИЗА) приходится на формальдегид. Это вещество 2-го класса опасности, поэтому риск для здоровья детей, проживающих в непосредственной близости от крупных автодорог, достигает опасного уровня при времени наступления потенциального токсического эффекта 5-7 лет. В пределах внутриквартальных территорий жилой зоны с многоэтажной застройкой комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха значительно ниже. Но даже в этом случае неканцерогенный риск по формальдегиду оказался высоким со временем проявления токсического эффекта менее 25 лет.

На диоксид азота приходится 40 % ИЗА. В отношении концентраций этого загрязняющего вещества наибольшему риску подвергается детское население, проживающее в микрорайонах Металлург и Центр. Потенциальное время проявления токсического эффекта при таких величинах риска составляет 8-10 лет, что также соответствует опасному уровню. Можно предположить, что в пределах педиатрических участков, обслуживающих эти территории (ДГП № 2 и № 9) в ближайшие 5-10 лет произойдет существенное ухудшение медико-экологической ситуации.

В целом по городу индекс общетоксического (неканцерогенного) риска варьирует от 0,98 до 9,73 и является, согласно принятым критериям, вызывающим беспокойство и, в большинстве случаев, опасным. Максимальные значения приурочены к северным и центральным жилым районам города (рис. 7.1.9). Также отчетливо выделяются транспортные узлы, ведущие к выезду из города. Низкие значения (менее 1) в большинстве случаев соответствуют внутриквартальным территориям и частному сектору.

Для установления связи между уровнем общей детской заболеваемости и суммарным индексом неканцерогенного риска также был рассчитан коэффициент парной корреляции Пирсона. В целом по городу (на уровне 170 педиатрических участков) этот показатель отразил слабую прямую связь ($r = 0,28$; $p < 0,05$).

Для подтверждения прогнозов по вероятности и времени проявления токсических эффектов были сопоставлены карты суммарного индекса неканцерогенного риска, рассчитанного в 2001-2003 гг. и уровня заболеваемости детского населения г. Ижевска за 2015 г. Корреляционную связь между этими показателями можно охарактеризовать как заметную – 0,63. Дети младшего возраста, для которых был рассчитан риск в 2004 г., стали подростками через 12-14 лет. Состояние их здоровья на данный момент позволяет оценить степень оправдания эколого-эпидемиологических прогнозов, что с методологической точки зрения представляет значительный интерес.

Таким образом, мы можем предположить, что высокие концентрации, прежде всего, оксида углерода в начале 2000-х годов, с рассчитанным временным интервалом риска в 14-25 лет, во многом стали причиной высокого уровня заболеваемости детей в наши дни, несмотря на существенное снижение уровня загрязнения атмосферы за последние 10-15 лет. Это подтверждается и территориально: именно для поликлиник с уровнем заболеваемости более 2800 ‰ риск оказался наиболее высоким.

Территориальная дифференциация уровня заболеваемости детского населения г. Ижевска в настоящий момент во многом обусловлена уровнем загрязнения атмосферного воздуха в начале 2000-х годов. Высокие показатели заболеваемости детей в микрорайоне Металлург, вероятно, вызваны максимальными для этой территории концентрациями формальдегида в последние годы.

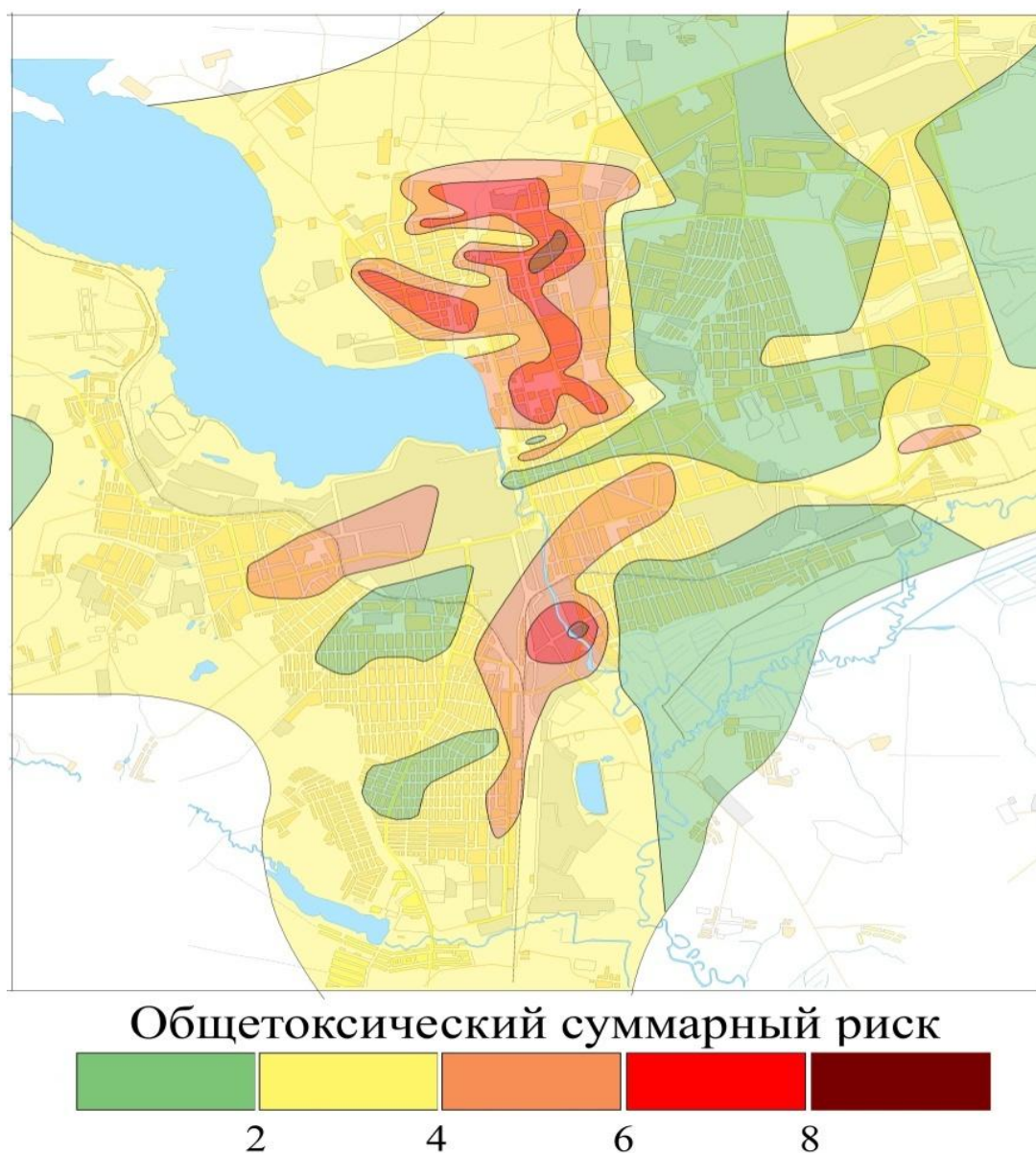


Рис. 7.1.9. Распределение суммарного индекса неканцерогенного риска на территории г. Ижевска, 2014 – 2016 годы

При таких превышениях ПДК отклонения в состоянии здоровья детей, такие как поражение центральной нервной системы, хронический бронхит, снижение иммунитета, могут проявиться в течение пяти лет.

Исходя из сложившейся в последние годы экологической ситуации, рассчитанные индексы неканцерогенного ингаляционного риска и времени наступления токсического эффекта позволяют сделать крайне неблагоприятный прогноз развития санитарно-эпидемиологической ситуации обусловленной высокими концентрациями формальдегида. Особенно в пределах территорий непосредственно прилегающих к крупным автодорогам города. При выраженном росте автопарка в городе ситуация в ближайшие годы может существенно ухудшиться. Дальнейшая уплотнительная застройка центральной части г.Ижевска может привести как к увеличению объемов выбросов от

автотранспорта, так и к снижению продуваемости территории, что еще в большей степени увеличит общетоксический ингаляционный риск для здоровья населения.

Таким образом, методика оценки риска позволяет не только выявить неблагоприятные в эколого-гигиеническом отношении территории, но и спрогнозировать негативные последствия для здоровья населения, что необходимо для принятия превентивных мер. Медико-экологический анализ, проводимый на разных территориально иерархических уровнях, позволяет проанализировать тенденции риска и оценить саму методологию оценки риска, исходя из степени подтверждения ее прогнозов.

7.2. Биоклиматические показатели комфортности

Изменение климатических и погодных условий оказывает влияние на жизнедеятельность и здоровье человека наряду с традиционными факторами риска индустриальной эпохи – загрязнением воздуха и питьевой воды, курением и др. [Ревич, Малеев, 2011]. На здоровье человека оказывают воздействие как волны холода, так и тепла. Во многих работах [Второй ..., 2014; Ревич Б.А., Шапошников Д.А., 2012] показана связь устойчивой продолжительной жаркой погоды и увеличения числа дополнительных смертей и заболеваний системы кровообращения, органов дыхания и эндокринной системы. В работе [Анализ..., 2011] рассматриваются последствия жары на территории Европейской части России, возникшей из-за блокирующего антициклона в 2010 году. В ряде работ доказана связь между уровнем смертности населения от отдельных причин и температурой воздуха в зимнее время [Revich, Shaposhnikov, 2008; Ревич и др. 2014; Варакина, 2011; Analitis and other, 2008; Nuynen and other, 2001]. Все это происходит на фоне современных глобальных и региональных изменений климата.

Степень комфортности условий погоды в отечественной и зарубежной практике часто оценивается с помощью биометеорологических индексов, которые являются косвенными индикаторами оценки состояния окружающей человека среды, характеризуя в физическом отношении особенности ее тепловой структуры [Емелина и др., 2014]. В данной главе дается характеристика биометеорологических условий города Ижевска, наблюдающихся во второй половине XX века и в XXI столетии. Полученные результаты будут полезны для решения вопроса адаптации человека к изменениям климата, активная фаза которого наблюдается с середины 1970-х годов. Кроме того, биоклиматическая оценка территории может быть полезной для целей здравоохранения и рекреации населения.

В качестве исходных данных использовались материалы метеорологических ежемесячников в период с 1961 по 2014 гг., а также данные срочных наблюдений на метеостанции Ижевск в период с 2005 по 2015 гг. По формулам рассчитаны биометеорологические показатели, их средние, максимальные и минимальные значения, средние квадратические отклонения, повторяемость. Для выделения систематической составляющей изменений биометеорологических индексов построены линейные тренды для города Ижевска и соседних метеостанций на территории Удмуртии, статистическая значимость которых определялась с помощью критерия Стьюдента и по величине квадрата коэффициента корреляции R^2 (коэффициент детерминации).

Эффективная температура. Воздействие высоких температур и повторяемости душных погод на человека рекомендуется исследовать с использованием эффективной температуры TE , впервые предложенной в работе [Houghton F.C., Vagloglou C.P, 1923] и представленной формулой:

$$TE = T - 0.4 \cdot (T - 10) \cdot \left(T - \frac{f}{100}\right), \quad (1)$$

где T – температура воздуха, °C; f – относительная влажность воздуха, %.

TE представляет собой температуру неподвижного воздуха, насыщенного водяным паром, в котором человек испытывает субъективно такое же ощущение комфорта, как и в среде, для которой находится эффективная температура. Ценность TE как биоклиматического показателя состоит в том, что его можно использовать как для теплого, так и для холодного сезонов года (табл. 7.2.1). Зона комфорта по значениям эффективной температуры находится в пределах значений индекса 22,5-24,5 [Исаев, 2001].

Таблица 7.2.1

Теплоощущения человека в зависимости от значений TE ($^{\circ}C$) [Исаев, 2001]

TE	>30	30...24	24...18	18...12	12...6	6...0
Ощущение	очень жарко	жарко	тепло	умеренно тепло	прохладно	умеренно
Нагрузка	сильная	умеренная	комфортно	комфортно	комфортно	комфортно

TE	0... -12	-12... -24	-24... -30	<-30
Ощущение	холодно	очень холодно	крайне холодно	крайне холодно
Нагрузка	умеренная	сильная угроза обмороживания	очень сильная	чрезвычайно высокая вероятность замерзания

Значения TE в большей степени зависят от температуры воздуха, чем от влажности и повторяют её пространственное и временное распределение. Значения показателя изменяются от $-12^{\circ}C$ в январе до $18^{\circ}C$ в июле (рис. 7.2.1). Комфортным для населения Ижевска можно назвать климат лишь с апреля по октябрь, когда среднемесячные значения TE выше нуля. В зимние месяцы TE на $1,5-2,0^{\circ}C$ выше значений температуры воздуха, летом эффективная температура ниже температуры воздуха в среднем на $1,0^{\circ}C$.

Межгодовая изменчивость эффективной температуры в целом меньше изменчивости температуры воздуха. Она минимальна летом: среднее квадратическое отклонение (СКО) σ в июле-сентябре равно $1,5-1,7^{\circ}C$, и максимальна в декабре-феврале, когда σ достигает $3,5^{\circ}C$.

Наибольшая повторяемость TE в году принадлежит градации $0...-12^{\circ}C$ (холодно) – 99 дней с умеренной тепловой нагрузкой (рис. 7.2.1). В период с ноября по февраль она встречается в 50-65% случаев. Значительна и повторяемость сильной угрозы обморожения: в последнее десятилетие она встречается в январе и феврале в 40% случаев. Очень сильная нагрузка с ощущением «крайне холодно» случается редко: в 4% случаев в январе и в 1% случаев в декабре. Эффективная температура $-30^{\circ}C$ и ниже – исключительно редкое для последних лет явление, которое встречалось в Ижевске лишь 15-16 декабря 2009 года в условиях поступления сухой арктической воздушной массы в восточной периферии антициклона. Даже срочные (фиксируемые в метеорологический срок) значения TE в Ижевске достигали столь низких значений за последние 10 лет всего несколько раз: 16, 17 и 20 января 2006 года, 15-17 декабря 2009 года, 21 февраля 2010 года.

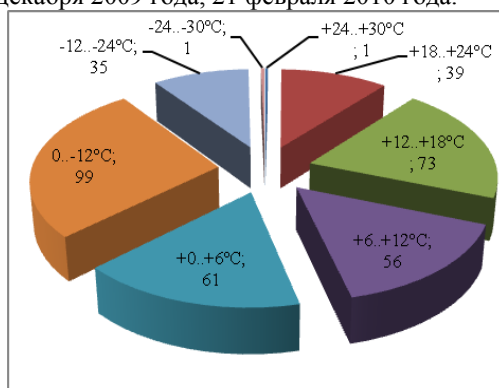


Рис. 7.2.1. Распределение числа дней в году по градациям эффективной температуры на территории г. Ижевска

В период с мая по август наибольшая повторяемость теплового ощущения человека находится в градации «умеренно тепло». В половине случаев в июле и каждый третий день в июне и августе оцениваются по теплоощущению как «тепло». Жаркая погода со среднесуточными величинами TE $24-30^{\circ}C$ наблюдается редко: в 2010 году в условиях блокирующего антициклона было зафиксировано 9 дней за лето с умеренной тепловой нагрузкой, в 2015 году умеренная нагрузка наблюдалась во второй декаде июня. Стоит отметить, что TE выше $24^{\circ}C$ нередко встречается в часы максимального прогрева, но даже в 2010 году срочные величины TE ни разу не превышали $30^{\circ}C$, достигая лишь $28-29^{\circ}C$.

В переходную часть года теплоощущения человека, согласно эффективной температуре, изменяются от прохладных и умеренных с комфортной нагрузкой до холодных с умеренной нагрузкой.

Коэффициенты наклона линейного тренда всех месяцев на территории Удмуртии имеют положительный знак, изменяясь в пределах от 0,29 °C/10 лет до 0,67 °C/10 лет, что говорит об увеличении комфортности климата региона. Наибольших значений они достигают в январе, эффективная температура увеличивается со скоростью 0,6 °C/10 лет. В целом на территории Удмуртской Республики сезонные изменения эффективной температуры повторяют ход температуры воздуха: изменчивость максимальна в холодный период, незначительна в теплый. В Ижевске линейный тренд описывает межгодовые изменения TE лишь в январе, где значения индекса со временем увеличиваются. Эффективная температура января за 50 лет заметно выросла, средние теплоощущения от «очень холодно» изменились к теплоощущениям «холодно».

Эквивалентно-эффективная температура по Миссенарду. В подвижном воздухе (при скоростях ветра более 0,2 м/с) интенсивность теплоотдачи усиливается, порядок уровня и структура теплоощущения изменяются. Для учета комплексного влияния на человека температуры, ветра и влажности воздуха применяется эквивалентно-эффективная температура ($ЭЭТ$). $ЭЭТ$ представляет собой сочетание метеовеличин, производящее тот же тепловой эффект, что и неподвижный воздух при 100%-ной относительной влажности и определенной температуре и оценивает теплоощущение обнаженного по пояс человека [Исаев, 2001]. Расчеты $ЭЭТ$ производятся по формуле А. Миссенарда:

$$ЭЭТ = ET = 37 - \frac{37 - t}{0.68 - 0.0014 \cdot f + \frac{1}{1.76 + 1.4 \cdot v^{0.75}}} - 0.29 \cdot t \cdot \left(1 - \frac{f}{100}\right), \quad (2)$$

где t – температура воздуха, °C; v – скорость ветра, м/с; f – относительная влажность, %.

Данный показатель наиболее комплексно отражает влияние климатических условий на состояние человека. Изменение ряда физиологических функций организма идет параллельно с изменением значений эквивалентно-эффективной температуры (табл. 7.2.2) [Исаев, 2001; Русанов, 1981].

Согласно предложенной Миссенардом формуле, среднемесячные значения тепловой чувствительности человека варьируются от умеренно теплой летом до опасной с угрозой обморожения в зимние месяцы. В отдельные годы среднемесячные $ЭЭТ$ в зимнее время достигали значений -41 °C (1972 г.), а в летнее время не превышали значений +2,5 °C в июне (в 1979 г.), при котором тепловая чувствительность человека характеризуется как умеренно прохладная. Максимальные значения среднемесячных величин $ЭЭТ$ летом за рассматриваемый период не достигали порога +17 °C, а зимой даже в самые теплые месяцы тепловая чувствительность не превышает порога «холодно». Изменчивость $ЭЭТ$ выше изменчивости температуры воздуха и TE : величина среднеквадратического отклонения (СКО) максимальна в январе (4,4 °C), летом она практически в два раза ниже (2,4 °C).

Зимой среднесуточные величины $ЭЭТ$ изменяются в пределах от -40, -45 °C, (временами до -54 °C), до -1, -3 °C в декабре и феврале. Летние значения индекса колеблются от минимальных значений -3, -7 °C до максимальных 22-25 °C. Даже в самый жаркий месяц в году существует вероятность умеренно прохладной и очень прохладной погоды.

Среднесуточные величины индекса свидетельствуют о том, что разнообразие тепловой чувствительности человека представлено в течение года почти всеми градациями. В Ижевске не встречается дней с сильной тепловой нагрузкой (повторяемость равна 0), крайне редко фиксируется умеренная тепловая нагрузка (24-30 °C), комфортная теплая погода (18-24 °C) наблюдается в среднем 12 дней в году, более низкие градации встречаются почти с одинаковой повторяемостью – 30-50 дней за год (рис. 7.2.2).

В январе и феврале практически каждый второй день возникает угроза обморожения (повторяемость $ЭЭТ < -24$ °C равна 50-55 %). Самые низкие срочные значения индекса встречаются в основном в утреннее время, реже вечером и ночью, иногда днем. Это происходит при температуре воздуха -29-36 °C, влажности 60-75% и скорости ветра 3-6 м/с. Наиболее экстремальные показатели (-54 °C) в Ижевске наблюдались за последние 10 лет 16 и 17 января 2006 года и 29 января 2014 года при ультраполярном вторжении сухой арктической воздушной массы.

Таблица 7.2.2

Классификация тепловой чувствительности по значениям эквивалентно-эффективной температуры [Исаев, 2001; Русанов, 1981]

ET °C	Уровень комфорта
Более 30	Тепловая нагрузка сильная
24...30	Тепловая нагрузка умеренная
18...24	Комфортно – тепло
12...18	Комфорт (умеренно тепло)
6...12	Прохладно
0...6	Умеренно прохладно
-6...0	Очень прохладно
-6...-12	Умеренно холодно
-12...-18	Холодно
-18...-24	Очень холодно
Менее -24	Начинается угроза обморожения

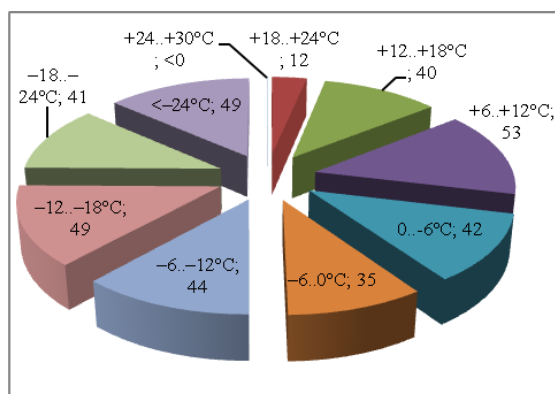


Рис. 7.2.2. Распределение числа дней в году по грациям эквивалентно-эффективной температуры по Мисенарду на территории г. Ижевска

Умеренная тепловая нагрузка со среднесуточными значениями индекса 24-30 °C крайне редка для региона, в Ижевске за последние десять лет зафиксирован лишь один случай (31 июля 2010 года) в условиях блокирующего антициклона. Однако в отдельное время дня в регионе может наблюдаться умеренная тепловая нагрузка на фоне общего комфортного уровня. Подобные условия случаются в жаркую погоду с температурным фоном 25-35 °C, относительной влажностью 20-70% и в основном при слабой скорости ветра - от штиля до 4 м/с. Даже самые высокие срочные значения ЭЭТ за последние десять лет ни разу не достигали 30 °C (срочный максимум равен 28°C).

Коэффициенты наклона линейного тренда на территории Удмуртии статистически значимы в большую часть года и свидетельствуют об увеличении ЭЭТ по Миссенарду во времени. Наибольший вклад в годовое повышение вносит холодный период (с октября по март), средняя скорость равна 1,0 °C/10 лет. Особенно быстро увеличивается индекс в январе - 1,2 °C/10 лет. Столь значительные

скорости объясняются двойным вкладом: повышением температуры воздуха и ослаблением средней скорости ветра в климатическом масштабе (с уменьшением скорости ветра значения ЭЭТ возрастают). В летний период ЭЭТ по Миссенарду растет почти в два раза ниже, чем в зимний - 0,6 °C/10 лет, наименьшая скорость наблюдается в июле - 0,2 °C/10 лет. Таким образом, биоклиматические условия на территории г. Ижевска улучшаются: повторяемость очень холодной погоды зимой уменьшается, а летом рост температуры не столь значителен и сохраняется в зоне комфорта.

Радиационно-эквивалентно-эффективная температура. Недостаток индекса эффективной температуры состоит в недоучете при оценке теплоощущения человека от нагревания солнечной радиацией. Этот параметр учитывает такой биоклиматический показатель как радиационно-эквивалентно-эффективная температура ($PЭЭТ$) [Ткачук, 2012]. Согласно [Головина, Русанов, 1993] $PЭЭТ$ рассчитывается по формуле:

$$PЭЭТ = 125 \cdot \lg [1 + 0.02 \cdot t + 0.001 \cdot (t - 8) \cdot (f - 60) - 0.45 \cdot (33 - t) \cdot \sqrt{V} + 185 \cdot \beta] , \quad (3)$$

где t – температура воздуха, °C; V – скорость ветра, м/с; f – относительная влажность, %; β – поглощенная поверхностью тела солнечная радиация, кВт/м²; $\beta = \varepsilon (1 - \alpha)$, α – альбеда кожи, $\alpha = 0,28$ – для не пигментированной кожи; $\alpha = 0,11$ – для пигментированной кожи; ε – суммарная солнечная радиация, кВт/м².

В соответствии с рекомендациями Е.Г. Головиной и В.И. Русанова [Русанов, 1981] $PЭЭТ$ может быть рассчитана по формуле:

$$PЭЭТ = 0,83 \cdot ЭЭТ + 12^\circ\text{C} , \quad (4)$$

где ЭЭТ – эквивалентно-эффективная температура по Миссенарду.

Для оценки теплоощущения человека по значениям $PЭЭТ$ используются следующие критерии:

- комфортные условия – при значениях $PЭЭТ$ от 21 до 27 °C;
- тепловой субкомфорт – при значениях $PЭЭТ$ от 27,1-32 °C;
- тепловой дискомфорт – при значениях $PЭЭТ$ более 32 °C;
- холодный субкомфорт – при значениях $PЭЭТ$ от 17-20,9 °C;
- холодный дискомфорт – при значениях $PЭЭТ$ менее 17 °C [Ассман, 1966].

Радиационно-эквивалентная-эффективная температура, включающая дополнительно зависимость теплового состояния человека от радиации, оценивается специалистами как самый информативный индекс. Он показывает состояние человека, одетого в легкую одежду и находящегося в тени. $PЭЭТ$ – показатель теплового ощущения человека под влиянием комплексного воздействия температуры, влажности воздуха, скорости ветра и энергетической освещенности солнечной радиацией [Андреев, 2007].

Среднемесячная $PЭЭТ$ изменяется от январского значения -13 °C до значения в июле, равного 22 °C. Комфортные для человека климатические условия наблюдаются в городе лишь в июле. В июне и августе условия характеризуются как холодный субкомфорт, и лишь в отдельные годы среднемесячные значения $PЭЭТ$ достигают 21 °C, приближаясь к комфортным. В остальное время года показатель теплового ощущения $PЭЭТ$ оценивается как холодный дискомфорт.

Изменчивость $PЭЭТ$ в целом ниже изменчивости ЭЭТ по Миссенарду, на основе которой величина рассчитана. По сравнению же с температурой воздуха, радиационно-эквивалентная-эффективная температура меняется больше в летнее время (СКО $PЭЭТ$ = 2,0 °C, СКО T = 1,8 °C) и слабее в зимнее (СКО $PЭЭТ$ = 3,8 °C, СКО T = 4,1 °C).

В самом холодном месяце года - январе среднесуточные значения $PЭЭТ$ изменяются от -33 °C (17 января 2006 года) до +4,0 °C (2 января 2012 года при температуре воздуха -8,0 °C, относительной влажности 91 % в условиях практического безветрия - 0,4 м/с). С мая по сентябрь в Ижевске встречаются лишь положительные $PЭЭТ$, в июле значения варьируются от 10-13 °C до 31-35 °C.

В большую часть года (260 дней) в Ижевске наблюдается холодный дискомфорт со значениями $PЭЭТ$ < 17 °C (рис. 7.2.3). Среднесуточная $PЭЭТ$ от 21 до 27 °C, соответствующая комфортным условиям, наблюдается в среднем 51 день в году и приходится на летний период (летом комфортные условия наблюдаются каждый второй день). Тепловой субкомфорт (27,1-32 °C) вероятен с повторяемостью 16% в июле, среднесуточные $PЭЭТ$ выше 32 °C для Ижевска не характерны. В жаркие и влажные дни при среднесуточном комфорте или тепловом субкомфорте, $PЭЭТ$ в отдельные

сроки (в основном в послеобеденное время) может превышать 32 °С. Это происходит в основном при температуре воздуха 25-30 °С, слабой скорости ветра (от 0 до 3 м/с), и относительной влажности 40-50%. Но иногда тепловой дискомфорт в Ижевске достигается и при более низких температурах воздуха (от 20 до 25 °С), высокой относительной влажности (до 95 %); либо при высоком температурном фоне (выше 30 °С), низкой относительной влажности (менее 40 %) и средних скоростях ветра (5-7 м/с).

Линейные тренды *РЭЭТ* на территории Удмуртии свидетельствуют о росте биоклиматического показателя со временем. Скорость роста в среднем равна 0,64 °С/10 лет и наибольших значений достигает в январе, равняясь в Ижевске 1 °С/10 лет. Коэффициенты наклона линейного тренда изменяются зимой в два раза быстрее, чем летом.

Индекс Бодмана. Для рекреационной оценки холодного периода был рассчитан индекс суровости погоды по Бодману, определяющий условия, способствующие обморожению. Он характеризуется низкой температурой воздуха и скоростью ветра, которые влияют на охлаждение незащищенной одежды поверхности тела человека и на органы дыхания, и рассчитывается по формуле [Исаев, 2001]:

$$S = (1 - 0.04 \cdot t) \cdot (1 + 0.27 \cdot v), \quad (4)$$

где S – индекс суровости, баллы; t – температура воздуха, °С, v – скорость ветра, м/с.

Согласно шкале Бодмана, если $S = 1$ – зима мягкая, не суровая; $S = 1-2$ – зима мало-суровая; $S = 2-3$ – зима умеренно суровая; $S = 3-4$ – зима суровая; $S = 4-5$ – зима очень суровая; $S = 5-6$ – зима жестко суровая; $S > 6$ – зима крайне суровая (баллы в изложении опускаются).

В течение холодного периода индекс Бодмана характеризует зиму на территории г. Ижевска как умеренно суровую ($S = 2,0-2,1$). За весь период среднемесячные значения индекса ни разу не достигали суровых значений.

Среднесуточные значения индекса Бодмана варьируются с октября по март в пределах от 1 до 4, характеризуя условия в холодную половину года от мало-суровых до суровых. Значения индекса менее 1,0 встречаются крайне редко в апреле и октябре. Умеренно-суровая ($S = 2-3$) погода фиксируется в Ижевске 115 дней в году, суровые условия ($S = 3-4$) возникают в среднем 5 дней в году (рис. 7.2.4). Среднесуточные значения индекса Бодмана выше 4 за последние 10 лет не фиксировались, однако в отдельные сроки погодные условия могут быть очень суровыми и жестко суровыми. Значения более 4, как правило, отмечаются при относительно мягкой для местной зимы температуре воздуха (в среднем -3,-5 °С) и высоких скоростях ветра (11-12 м/с и более, но не менее 10 м/с), то есть скорость ветра в данном показателе играет первостепенную роль.

Самое высокое срочное значение индекса Бодмана за последние 10 лет не превышало 5,5. Это означает, что даже в короткие периоды времени условий для крайне суровой погоды в регионе в последние годы не наблюдается.

Чаще всего в Ижевске фиксируется мало-суровая погода - в 50-60% случаев. Дни с умеренно-суровой погодой наблюдаются в период с декабря по февраль в 40-50% случаев, в переходные месяцы - в 30-40%. Максимальная повторяемость дней с суровыми условиями принадлежит январю и марту - 4% случаев.

Несмотря на то, что в целом в Удмуртии индекс суровости погоды по Бодману в последние десятилетия и в XXI веке прослеживается тенденция к смягчению холодного периода (средние индексы суровости равны 1,8-1,9 на севере Удмуртии и 1,6-1,7 на юге), в Ижевске среднее значение индекса в последние десятилетия сохраняется выше 2,0-2,1.

Как видно из рисунка 7.2.10, индекс Бодмана в Ижевске наиболее выражено понижается в последние годы, что свидетельствует об ослаблении суровости зим, а сглаживающая кривая указывает на возможную цикличность в ряду, однако для обнаружения скрытых периодов ряд желательно удлинить.

Индекс Сайпла-Пассела. Основным недостатком использования индекса Бодмана заключается в том, что он не обоснован с точки зрения физиологии человека [Шипко и др., 2014]. По мнению ряда авторов [Романова и др., 2000; Григорьева, 2013], для оценки влияния погодных условий на человека в холодный период года, когда имеется риск переохлаждения и обморожения открытых участков кожи, наиболее показательным является ветро-холодовой индекс Сайпла-Пассела. Он вычисляется согласно формуле:

$$W = (10.45 + 10 \cdot V^{0.5}) \cdot (33 - t), \quad (5)$$

где V – скорость ветра за определенный холодный период, м/с; t – температура воздуха, °C.

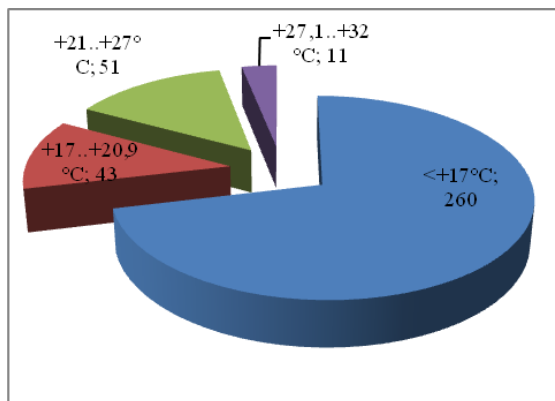


Рис. 7.2.3. Распределение числа дней в году по градиациям радиационно-эквивалентной-эффективной температуры на территории г. Ижевска

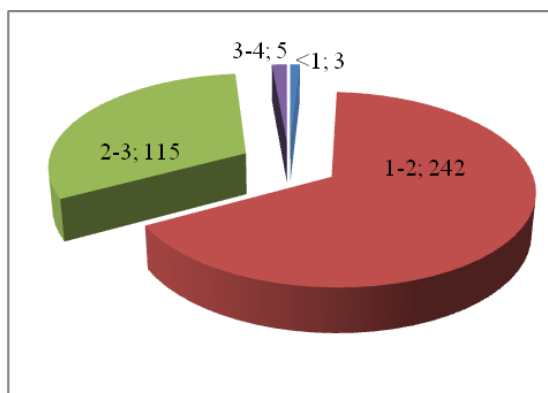


Рис. 7.2.4. Распределение числа дней в году по градиациям индекса Бодмана на территории г. Ижевска

В индексе Сайпла-Пассела результат представляется в виде шкалы теплотер, выраженных в кДж/час. Величина показателя W разбита на градации с границами: 600 (прохладно); 1000 (очень холодно); 2500 (невыносимый холод).

Наименьшие теплотер в холодный период происходят в октябре: среднее значение индекса Сайпла-Пассела равно 795 кДж/час на юге, что соответствует категории «прохладно». За рассматриваемый период в октябре не было случаев со среднемесечным индексом 1000 кДж/час и более (очень холодно). В ноябре и марте теплотер человека примерно одинаковы - 990 кДж/час, что также соответствует градации «прохладно». В половине случаев (в 45-55 %) в эти месяцы индекс принимает среднее значение выше 1000 кДж/час (очень холодно). В зимние календарные месяцы теплотер человека находятся в градации «очень холодно». Наибольшие теплотер происходят в январе – индекс принимает среднее значение 1200 кДж/час. В отдельные годы (повторяемость от одного до четырех раз) в период с декабря по февраль среднемесечное значение индекса достигает значений выше 1400 кДж/час.

Среднеквадратическое отклонение (СКО) имеет максимум в январе и равно 95 кДж/час, минимально в октябре – 70 кДж/час. Это объясняется разницей в изменчивости температуры в эти месяцы (СКО в октябре = 2,2 °C, в январе = 4,0 °C).

Среднесуточные значения индекса в холодный период варьируются от 380-400 кДж/час в октябре до 1500-1800 кДж/час в декабре-феврале. «Прохладно» согласно индексу фиксируется 141 день в году, «очень холодно» - 76 дней (рис. 7.2.5). В октябре и ноябре прохладная погода отмечается в 75-80 % случаев. В период с декабря по февраль повторяемость градации 600-1000 кДж/час снижается до 30-50 %, уступая очень холодной погоде с повторяемостью 50-70 %. В марте очень холодная погода случается гораздо реже – лишь в 30-35 % случаев. Срочные величины индекса

достигают наибольших значений, равных 1700-1900 кДж/час, при температуре воздуха -32 °С и ниже и скорости ветра 5-7 м/с.

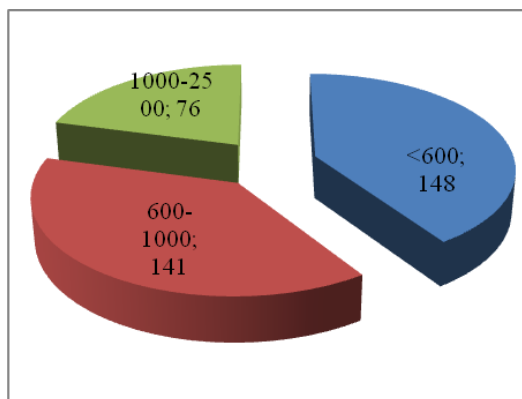


Рис. 7.2.5. Распределение числа дней в году по градациям индекса Сайпла-Пассела на территории г. Ижевска

Индекс Сайпла-Пассела на территории г. Ижевска имеет тенденцию к выраженному снижению. Линейные тренды статистически значимы, средняя скорость уменьшения индекса составляет 26 кДж/час/10 лет. Быстрее всего показатель изменяется в январе – скорость достигает 37 кДж/час/10 лет.

Приведенная температура Адаменко-Хайруллина. В биоклиматических исследованиях для оценки теплового состояния человека в холодный период используется также показатель «приведенная температура», предложенный К.Ш. Хайруллиным и В.Н. Адаменко. Он характеризует теплотери человека в зависимости от сочетания фактических значений температуры и скорости ветра, приравненных к теплотериям при той же температуре воздуха, но в условиях безветрия [Кобышева и др., 2008]. Приведенная температура рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{прив}} = t_B - 8.2 \cdot V^{0.5}, \quad (6)$$

где $t_{\text{прив}}$ – приведенная температура, °С; t_B – фактическая температура воздуха, °С; V – скорость ветра, м/с.

Формулу целесообразно использовать лишь в холодный период года, так как летом при умеренных скоростях ветра значения индекса оказываются гораздо ниже нуля. К примеру, при температуре воздуха 20 °С и скорости ветра 8 м/с расчетное значение индекса равно -44 °С.

Степень дискомфорта оценивается следующим образом:

$t_{\text{прив}} < -17$ °С - ограничение пребывания на открытом воздухе больных людей;

$t_{\text{прив}} < -28$ °С - слабый дискомфорт;

$t_{\text{прив}} < -32$ °С - жесткий дискомфорт;

$t_{\text{прив}} < -42$ °С - полное прекращение пребывания на воздухе.

Уже в октябре появляются условия, когда степень дискомфорта оценивается как слабая ($t_{\text{прив}} = -29$ °С). В ноябре $t_{\text{прив}} = -38$ °С что соответствует условиям жесткого дискомфорта. Наиболее низких значений индекс достигает в период с декабря по февраль и в среднем равен -42, -45 °С. Условия слабого дискомфорта обычно сохраняются до апреля, а в отдельные годы могут наблюдаться и в мае. Следует отметить, что в ряде случаев даже в октябре и марте климатические условия могут оцениваться как экстремально жесткие ($t_{\text{прив}} < -42$ °С). Но встречаются годы, в течение которых степень дискомфорта отдельных зимних месяцев оценивается как слабая.

Среднесуточные значения индекса в зимнее время изменяются в широких пределах и могут достигать -70, -90 °С. Наиболее низкие значения наблюдаются как при температуре воздуха ниже -30 °С и скорости ветра 6-7 м/с, так и при температурах воздуха близких к нулю и скорости ветра 10-11 м/с и более.

Наиболее суровые погодные условия с рекомендацией полного прекращения пребывания на воздухе наблюдаются в Ижевске 53 дня в году (рис. 7.2.6). В основном они встречаются в период с декабря по февраль со средней повторяемостью 35-40%. Жесткий дискомфорт со значением индекса ниже -32 °С характерен для периода с ноября по февраль со средней повторяемостью 30%. В октябре

и марте подобные условия наблюдаются в 20% случаев. При скоростях ветра от 13 м/с и более индекс даже на фоне температуры воздуха близкой к нулю, принимает значения ниже -100 °С.

Коэффициент наклона линейного тренда холодного периода свидетельствует о тенденции роста $t_{\text{прив}}$ со средней скоростью 2,1 °С/10 лет. В период с декабря по февраль скорость выше и равна 2,2 °С/10 лет, но если рассмотреть каждый месяц в отдельности, то максимальная скорость роста приведенной температуры выявляется в октябре: 2,4 °С/10 лет.

Индекс патогенности. Кроме индивидуальных биоклиматических индексов широкое распространение нашел комплексный показатель I для оценки степени патогенности метеорологической ситуации, предложенный В.Г. Бокшей [Бокша, Богуцкий, 1980]. Он используется для оценки степени раздражающего действия изменений погоды на организм и представляет собой сумму индексов патогенности разных метеорологических величин:

$$I = I_t + I_h + I_v + I_n + I_{\Delta p} + I_{\Delta t} \quad (7)$$

где I_t – индекс патогенности температуры воздуха; $I_t = 0,02(18 - t)^2$ при t меньшей или равной 18 °С; $I_t = 0,02(t - 18)^2$ при $t > 18$ °С; t – среднесуточная температура, °С; $I_{\Delta t}$ – индекс патогенности межсуточного изменения температуры Δt ; I_h – индекс патогенности влажности воздуха; h – среднесуточная относительная влажность (%); I_v – индекс патогенности ветра; v – среднесуточная скорость ветра (м/с); I_n – индекс патогенности облачности, которую определяют по 11-балльной системе: 0 соответствует полное отсутствие облаков, 10 баллов – сплошная облачность, n – балл облачности; $I_{\Delta p}$ – индекс патогенности межсуточного изменения атмосферного давления Δp .

На практике используют следующую рабочую формулу для расчета индекса патогенности метеорологической ситуации (баллы):

$$I = 10^{\frac{h-70}{20}} + 0,2 \cdot v^2 + 0,06 \cdot n^2 + 0,06(\Delta p)^2 + 0,3(\Delta t)^2 + I_t \quad (8)$$

Согласно [12], комфортные условия, при которых возникает минимум метеопатических реакций, определяются следующими значениями метеорологических величин: температурой воздуха 18 °С, относительной влажностью 50%, скоростью ветра 0 м/с, облачностью 0 баллов, межсуточными изменениями температуры и давления, равными нулю.

В.Г. Бокша приводит следующие три градации индекса патогенности метеорологической ситуации (табл. 7.2.3) [Бокша, Богуцкий, 1980]:

Таблица 7.2.3

Градации индекса патогенности метеорологической ситуации [Бокша, Богуцкий, 1980]			
Индекс	0–9	10–24	> 24
патогенности(I)			
Условия погоды	Оптимальные (комфортные)	Раздражающие	Острые

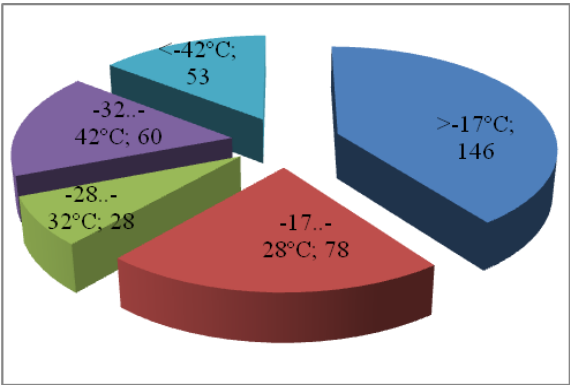


Рис. 7.2.6. Распределение числа дней в году по градациям приведенной температуры на территории г. Ижевска

Расчет составляющих формулы (8) производился по данным срочных метеонаблюдений в Ижевске за период с 2005 по 2015 гг. Среднесуточные значения метеорологических величин

менялись за этот период в следующих пределах: температура воздуха от -35 до 29 °С, относительная влажность 26 - 99%, скорость ветра от 0 до 11 м/с, облачность 0 – 10 баллов. Межсуточные изменения давления достигали 32 гПа, а температуры воздуха – 20 °С.

Индекс патогенности характеризует погодные условия города преимущественно как острые со значением более 24 (рис. 7.2.7).

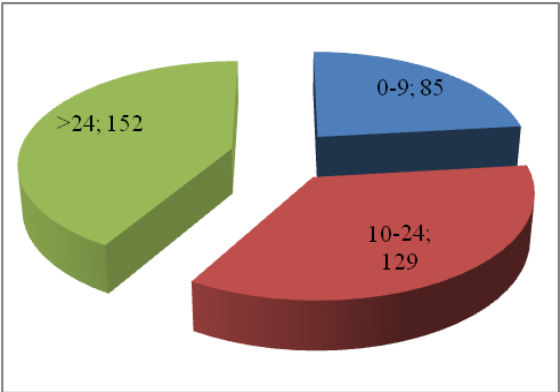


Рис. 7.2.7. Распределение числа дней в году по градациям индекса патогенности на территории г. Ижевска

Острые погодные условия формируются в холодную половину года в связи с повышенной активностью синоптических процессов – происходит быстрое перемещение воздушных масс и атмосферных фронтов, что приводит к значительным изменениям метеорологических величин. В этот период отмечается низкий температурный фон и высокая относительная влажность. Повторяемость изменений температуры воздуха от 5 °С и выше максимальна именно в холодный период, а средняя межсуточная изменчивость температуры зимой колеблется в пределах 2–5 °С, что заметно больше, чем летом; отдельные перепады ее в холодный период могут достигать 20 °С [Шумихина, 2015].

Среднемесечные значения индекса патогенности в период с ноября по февраль выше 24, в январе они достигают 42–44 (рис. 7.2.8). В период с декабря по февраль в 90–98% случаев метеорологическая ситуация оценивается как острая, в редких случаях как раздражающая. Комфортных условий погоды с ноября по март не наблюдается.

Острые погодные условия наблюдаются в основном при ультраполярном вторжении в тыловую часть циклона. Так, 7 января 2015 г. произошли резкие изменения всех метеопараметров: за сутки похолодало на 19 °С, давление увеличилось на 16 гПа, среднесуточная температура воздуха составила -24,6°С. В этих условиях индекс патогенности достиг максимального значения 168, главным образом за счет величины индекса патогенности межсуточного изменения температуры $I_{\Delta t}=107,7$.

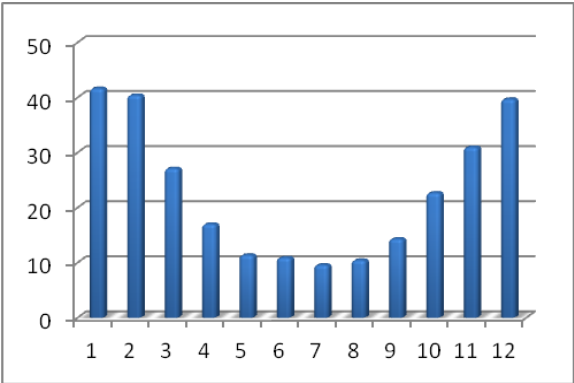


Рис. 7.2.8. Годовой ход значений индекса патогенности в г. Ижевске

Весной (в марте и апреле) в условиях увеличения количества приходящей солнечной радиации, роста температуры воздуха, уменьшения облачности и относительной влажности погодные условия смягчаются. В марте еще преобладает погода с острыми условиями (повторяемость 55–60%).

Значения индекса патогенности апреля характеризуют погоду преимущественно как раздражающую, однако при возврате холодов, а также в облачную, влажную и ветреную погоду могут возникать острые условия с повторяемостью 15-20%.

Погода летнего периода оценивается как наиболее благоприятная – циклоническая деятельность ослабевает, увеличивается количество солнечных дней, повышается температурный фон, понижается относительная влажность и ослабевает сила ветра. Среднемесячные значения индекса патогенности в период с мая по август равны 9-11. Комфортная погода регистрируется более чем в половине случаев (повторяемость 50-60%), однако довольно часто могут наблюдаться и раздражающие погодные условия – в 35-45%, а в отдельных редких случаях и острые. Самые высокие значения I в летний период (40-48) встречаются в условиях понижения температуры на 5-10°C до значений 10-15°C, в облачную и влажную погоду.

Осенью уменьшается радиационный баланс, активизируется циклоническая деятельность, увеличивается количество облачности, растет сила ветра, погода становится более переменчивой. Индекс патогенности характеризует погодные условия в сентябре и октябре как раздражающие (повторяемость 50-60%). В сентябре увеличивается повторяемость возникновения острых условий погоды – до 10-15% случаев, в октябре они наблюдаются в 40-45% случаев. Но и комфортные условия пока еще могут встречаться (в 20-30% случаев в сентябре и 5-8% в октябре).

Значения индексов патогенности для разных метеорологических величин приводятся в табл. 7.2.4. Основной вклад в суммарный I холодного периода вносит индекс патогенности температуры воздуха I_t и в меньшей степени индекс межсуточного изменения температуры I_{dt} . В переходные месяцы вклад индекса патогенности температуры воздуха уменьшается, летом вклад индексов становится равноценен, но больший вклад принадлежит индексу патогенности облачности (радиации) I_n , а также индексу патогенности влажности воздуха I_h и межсуточного изменения температуры воздуха I_{dt} .

Острые условия погоды ($I > 24$) характерны для холодной половины года, основной вклад в I зимой принадлежит индексам патогенности температуры воздуха и межсуточного изменения температуры.

Погода летнего периода в Ижевске оценивается как наиболее благоприятная – более чем в половине случаев наблюдаются комфортные условия. Основной вклад в общее значение индекса патогенности летом вносит индекс патогенности облачности (радиации), в меньшей степени – индекс патогенности влажности воздуха I_h и межсуточного изменения температуры воздуха I_{dt} . В редких случаях летом возникают острые погодные условия при похолодании в условиях облачной и влажной погоды.

В переходные месяцы преобладают раздражающие погодные условия, но могут встречаться как острые, так и комфортные условия погоды (рис. 7.2.9, 7.2.10).

Таблица 7.2.4

Индекс патогенности метеорологической ситуации для Ижевска в период за 2005-2015 годы

Месяцы	Индекс патогенности						Суммарный индекс I
	I_t	I_f	I_v	I_n	I_{dp}	I_{dt}	
1	20,9	4,6	2,7	4,1	2,2	7,1	41,7
2	20,9	3,3	2,7	4,1	2,2	7,1	40,4
3	10,8	3,3	3,3	3,7	3,3	2,8	27,1
4	4,2	2,1	2,9	3,4	2,0	2,1	16,7
5	0,9	0,9	2,5	2,8	1,3	3,0	11,4
6	0,4	1,9	2,1	3,0	0,9	2,6	10,9
7	0,4	2,4	1,6	2,8	0,7	1,6	9,6
8	0,4	2,9	1,6	3,1	0,8	1,7	10,5
9	1,2	4,6	1,8	3,7	1,2	1,9	14,3
10	4,6	6,1	3,0	4,3	2,5	2,2	22,7
11	9,3	8,1	3,3	4,9	2,7	2,7	31,0
12	15,9	7,1	3,1	4,7	3,4	5,5	39,7

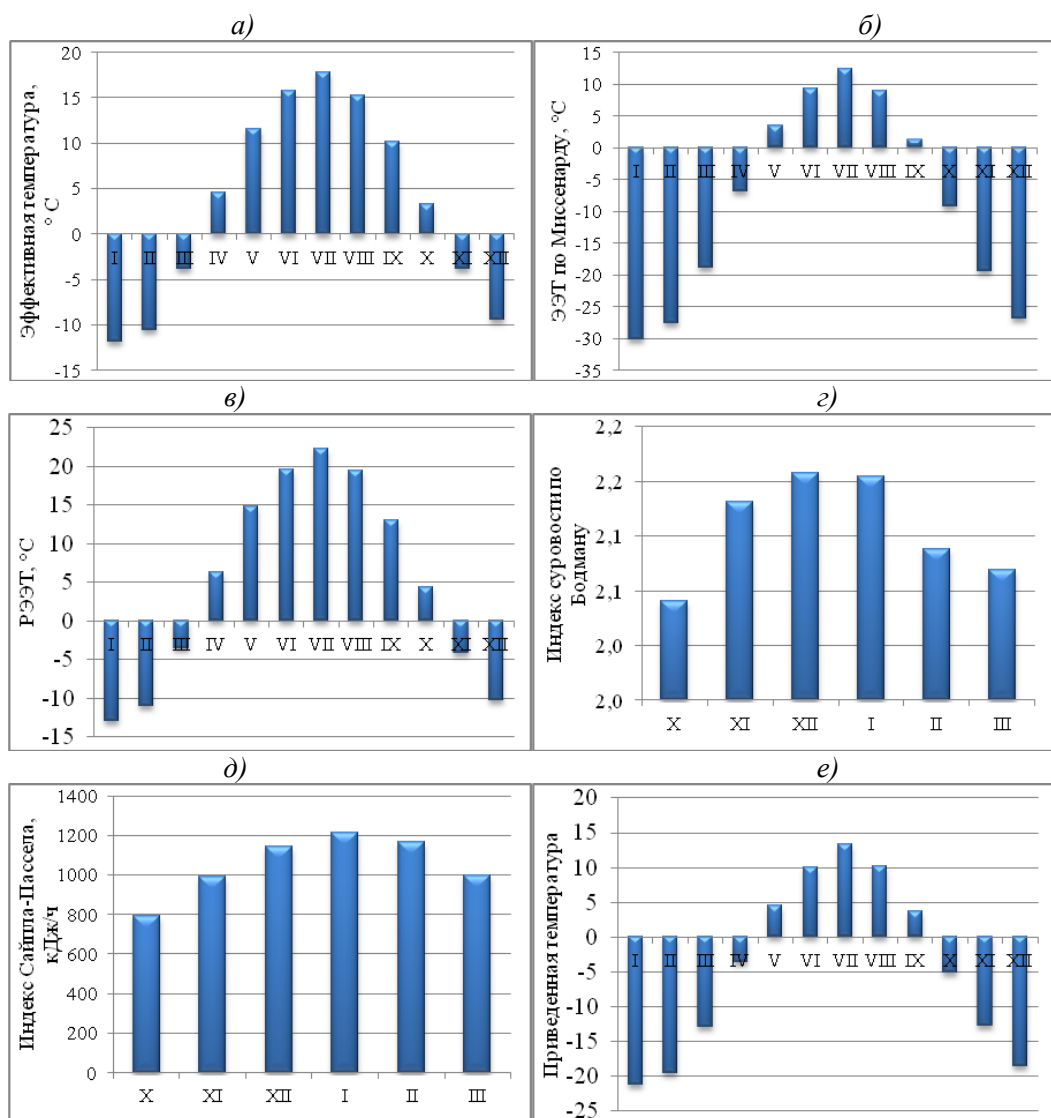
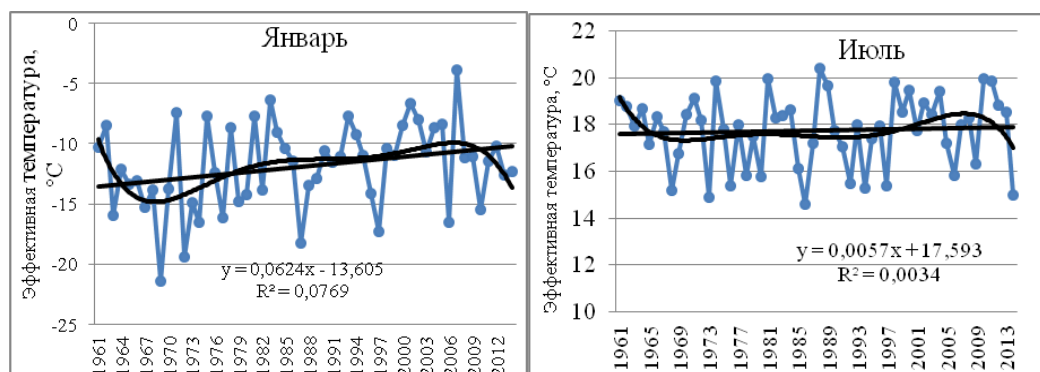


Рис. 7.2.9. Годовой ход среднеемесячных значений биометеорологических индексов в Ижевске

Пояснения: а) эффективная температура TE ; б) эквивалентно-эффективная температура по Миссенарду; в) радиационно эквивалентно-эффективная температура; г) индекс суровости по Бодману; д) индекс ветрового охлаждения Сайпла-Пассела е) приведенная температура по Хайруллину.



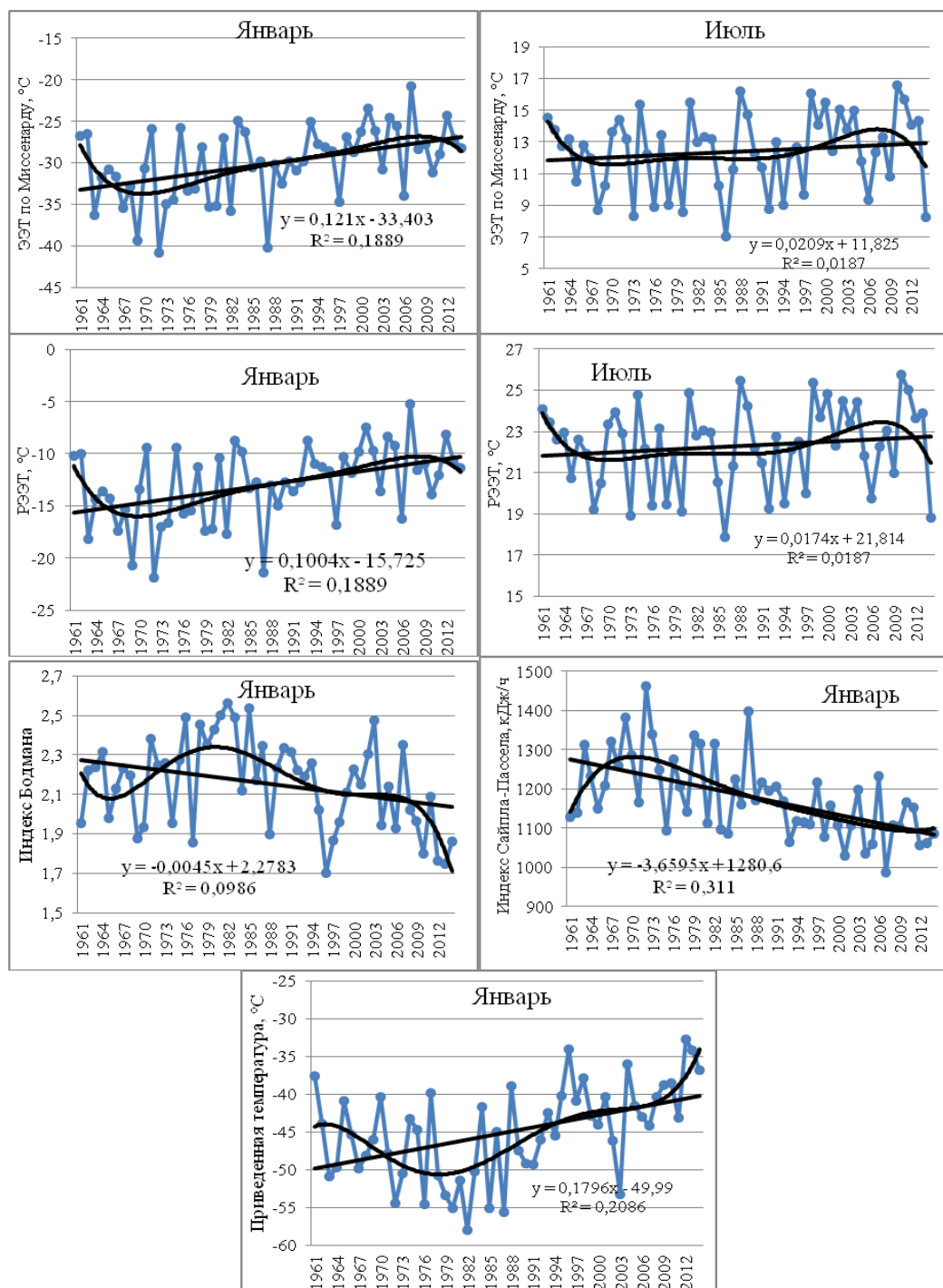


Рис. 7.2.10. Изменения биоклиматических показателей Ижевска в январе и июле в период 1961 - 2014 гг.

Основные выводы.

1. Анализируя вышеперечисленные индексы, можно выделить холодную половину года, в которую погода характеризуется как дискомфортная и период с комфортной для проживания населения города погодой в летний период. Биометеорологические показатели холодного периода свидетельствуют о наиболее суровой погоде при наличии сильных ветров.

2. Анализ рассчитанных индексов патогенности для различных метеорологических величин показал, что в зимний период основной вклад в интегральный показатель вносят индекс

патогенности температуры и индекс межсуточного изменения температуры воздуха, в летний период в большей степени сказывается влияние индексов патогенности облачности, влажности и межсуточного изменения температуры. Острые условия погоды по интегральному показателю ($I > 24$) формируются в зимний период, комфортные ($0 \leq I \leq 9$) - в летний.

3. В целом, биоклиматические условия за последние 50 лет на территории г. Ижевска улучшаются: повторяемость жестких условий зимой уменьшается, а летом рост температуры не столь значителен и сохраняется в зоне комфорта.

7.3. Лесопарковые зоны г. Ижевска как природные очаги клещевых зооантропонозов

Вся территория Удмуртской Республики является эндемичной по заболеваемости населения клещевыми инфекциями и включена в Перечень субъектов Российской Федерации опасных по заражению клещевым вирусным энцефалитом и клещевым боррелиозом. В г. Ижевске наиболее эпидемиологически опасными в отношении болезней, переносимых иксодовыми клещами, являются зеленые зоны города и пригородных территорий [Малькова, Белослудцева, 2014].

Уровень лесистости территории в пределах городской черты составляет 26%, в пригородной зоне Ижевска (Завьяловский район) - порядка 40%, что соответствует экологическим требованиям по соотношению естественных экосистем и преобразованных участков для зоны южно-таежных лесов [Ковальчук и др., 2017]. Основные массивы лесов расположены на северной и западной окраинах города. На востоке и юге от города зеленая зона состоит из отдельных лесных кварталов среди сельскохозяйственных земель. В пределах городской черты Ижевска, исходя из Генерального плана, насчитывается 95 скверов, парков, бульваров и садов, общей площадью 417 га. В расчете на каждого жителя обеспеченность насаждениями данного типа составляет $6,1 \text{ м}^2$, что согласно СНиП 2.0701-89 значительно ниже норматива ($16 \text{ м}^2/\text{чел.}$) [Генеральный...]. Наибольший уровень озеленения (более 30% площади) характерен для Северо-западного, Юго-западного, Ипподромного и Ракетного микрорайонов [Природа..., 1998].

Около 70% городских древесных насаждений представлено тополем бальзамическим, березой повислой, липой мелколистной и кленом ясенелистным. Основными лесообразующими породами лесопарковых зон г. Ижевска являются ель сибирская, ель финская, пихта сибирская, сосна обыкновенная, береза повислая, липа мелколистная, осина, дуб, клен, вяз. Наибольшие площади занимают ель (52 %) и берёза повислая (21%) [Ведерников, Бухарина, 2005]. Структура древесных насаждений во многом определяет численность прокормителей клещей и, соответственно, **заклещевленность** территории.

Заклещевленность лесопарковых и парковых зон на территории города Ижевска крайне неравномерна. Все они характеризуются высокой плотностью древостоя, достаточным увлажнением, наличием валежника и антропогенного мусора. На значительных площадях лесопарковых зон отмечается низкий уровень благоустройства и захламливание территории, что особенно благоприятно для размножения таких мелких грызунов, как рыжая полевка и других прокормителей иксодовых клещей. Кроме того, данные территории являются основными рекреационными зонами Ижевска. Их посещаемость, особенно в теплый период, крайне высока, что повышает риск нападения клещей на посетителей. В 2016 г. обращаемость населения г. Ижевска с укусами клещей составила 4881 чел., в 2017г. количество обратившихся увеличилось более чем в 1,5 раза и составило 7555 чел. (из них 884 ребенка).

Сравнительный анализ парковых и лесопарковых зон города по степени эпидемиологической опасности в отношении клещевых зооантропонозов на основании показателей заклещевленности территории и количества укусов населения клещами показал следующее.

Парк им. Кирова расположен в северо-западной части города Ижевска, в пределах Колтоминского геоморфологического подрайона, вдоль берега Ижевского пруда и создан на основе естественного хвойного леса. Парк расположен на левом склоне холма, склон полностью залесен. Общая площадь парка составляет 109 га, на фонд насаждений приходится 76,3 га. Возраст насаждений составляет 140 лет, лесистость парка более 60%. На данной площади преобладает сосна обыкновенная, а также ель европейская, пихта сибирская, лиственница сибирская, клен остролистный, береза повислая, тополь дрожащий, ольха серая и др.

Данная территория отличается наиболее высокими показателями заклещевленности (10-30 клещей на флаго/час). В первую очередь это можно объяснить тем, что парк примыкает к Як-Бодынскому тракту, который по данным ФБУЗ «Центра гигиены и эпидемиологии» характеризуется, как самый «заклещевленный» тракт пригородной зоны Ижевска - 121 клещ на флаго/час (фл./час) (первая декада июня 2012 года). Среднее значение заклещевленности территории парка им. Кирова за 2002-2012 года составило 16,36 клещей на фл./час (рис. 7.3.1). Этот парк наиболее часто посещаем населением, что в свою очередь определяет высокие показатели обращаемости населения по поводу укусов клещами. За последнее 10-летие ежегодно фиксируется в среднем по 147 укусов – это самые высокие значения среди парков г. Ижевска.

Примерная площадь обрабатываемой территории парка им. Кирова составляет 70 га. Заклещевленность после акарицидных обработок уменьшается более чем в 6 раз. При этом количество зарегистрированных укусов на территории парка остается на высоком уровне. Вероятно, это объясняется коротким действием акарицидных препаратов и отсутствием повторной обработки территории в случае увеличения показателей заклещевленности.

Лесопарковая зона микрорайона «Нефтемаш» находится на территории Восточного геоморфологического подрайона, на правом коренном склоне реки Позимь. Площадь этой зеленой зоны составляет 101 га. Это наиболее высокая часть города с абсолютными отметками 180-200 м. Древостой здесь достаточно плотный и представлен в основном сосной обыкновенной, так же встречается ель европейская, тополь дрожащий, береза повислая, липа мелколистная, рябина обыкновенная, различные кустарники. Отмечается большое количество валежника и мусора антропогенного происхождения.

Территория этой зоны в последние годы подвергается противоклещевой обработке лишь частично (санаторий Металлург), что объясняет высокие показатели заклещевленности - до 12 клещей на фл./час. Среднее значение заклещевленности данной территории за 2002–2012 гг. составило 8,25 клещей на фл./час. Замеры заклещевленности в 2006, 2008, 2009 годах не проводились. В последние годы проводятся лишь эпизодически (рис. 7.3.2). Территория данной зеленой зоны часто посещается населением. Среднее количество зафиксированных укусов населения клещами за рассматриваемый период составило 63,8 (рис. 7.3.3).

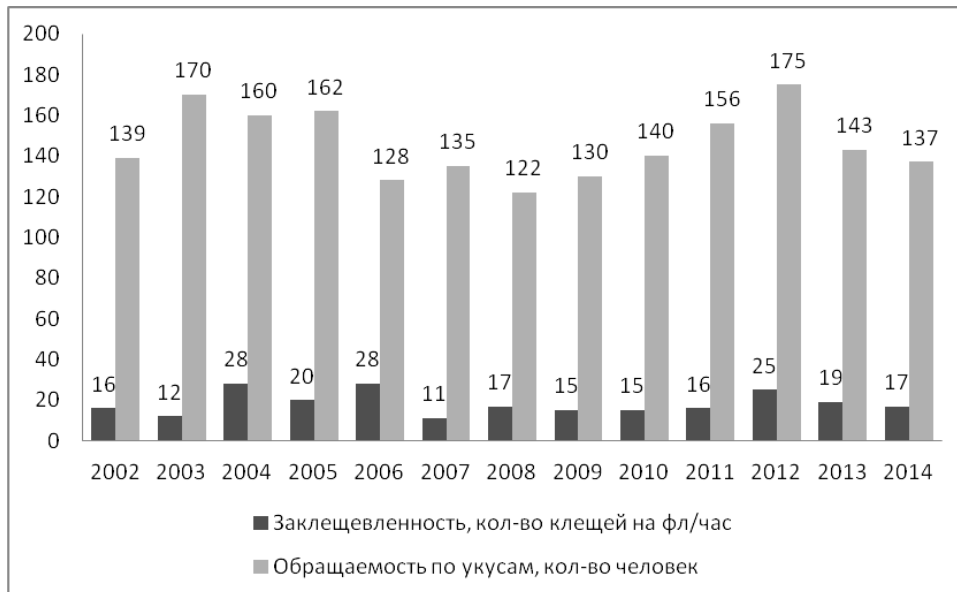


Рис. 7.3.1. Заклещевленность территории и количество укусов населения клещами в пределах парка им. Кирова

Парк Космонавтов находится на территории Буммашевского геоморфологического подрайона. Площадь парка составляет 12,0 га, из них на фонд насаждений приходится 5,4 га. Рельеф парка плоский, в некоторых местах отмечается избыток увлажнения. Парк существенно захламлен, особенно в местах размещения площадок для пикников. На территории преобладает древесно-кустарниковая растительность разного возраста, которая представлена в основном липой

мелколистной, елью обыкновенной, пихтой сибирской, березой повислой, тополем дрожащим, рябиной обыкновенной. На территории парка много сухостоя, в последние годы отмечается зарастание ивняком. Парк хорошо затенен и увлажнен, часто посещаем населением. Заклещевленность данной территории имеет невысокий уровень, что обусловлено проведением акарицидных обработок по всей территории парка. Среднее значение заклещевленности составляет 2,94 клещей на фл./час (рис. 7.3.4), что объясняет небольшое количество зарегистрированных укусов населения клещей.



Рис. 7.3.2. Замеры заклещевленности в лесопарковой зоне микрорайона «Нефтемаш»



Рис. 7.3.3. Заклещевленность территории и количество укусов населения клещами в пределах лесного массива микрорайона «Нефтемаш»

Парк «Березовая роща» находится в пределах Центрального геоморфологического подрайона, в застроенной части г. Ижевска. Площадь парка –12 га, фонд насаждений - 8,4 га. В парке, в основном, преобладает липа мелколистная, береза повислая, клен остролистный и различные кустарники. Для парка характерно снижение жизненного цикла деревьев, много сухостоя. Посадка новых деревьев на данной территории не ведется. В результате, озеленение парка остается на низком уровне. Этим, в первую очередь, и объясняется низкая, по сравнению с другими парками, заклещевленность территории. Среднее значение заклещевленности за 2002-2012 г. составило 1,3

клещей на фл./час (рис. 7.3.5). Незначительно здесь и количество зарегистрированных укусов населения клещами, поскольку акарицидные обработки охватывают, как правило, всю территорию парка.

Лесной участок, примыкающий к Северному кладбищу, расположен в пределах Буммашевского геоморфологического подрайона. Рельеф сравнительно ровный. Площадь участка составляет 11 га, лесистость более 60%. На этой территории довольно плотный древостой, в основном представлен в виде ели европейской, пихты сибирской, березы повислой, тополя дрожащего, черемухи обыкновенной. Хорошо развит кустарниковый ярус. Уборка листового опада производится только на участках воинских захоронений. На остальной территории, он накапливается из года в год и образует довольно мощную подстилку, что особенно благоприятно для распространения клещей. Данная зона имеет большое сходство с естественным лесом. Клещи в этом биотопе концентрируются вдоль немногочисленных дорожек и тропинок, достигая 18 особей на фл./час (2012 год). Случаи укусов населения клещами на данной территории зафиксированы, но показатели невысоки. В первую очередь это объясняется тем, что эта зона достаточно редко посещается населением.



Рис. 7.3.4. Заклещевленность территории и количество укусов населения клещами в пределах парка «Космонавтов»

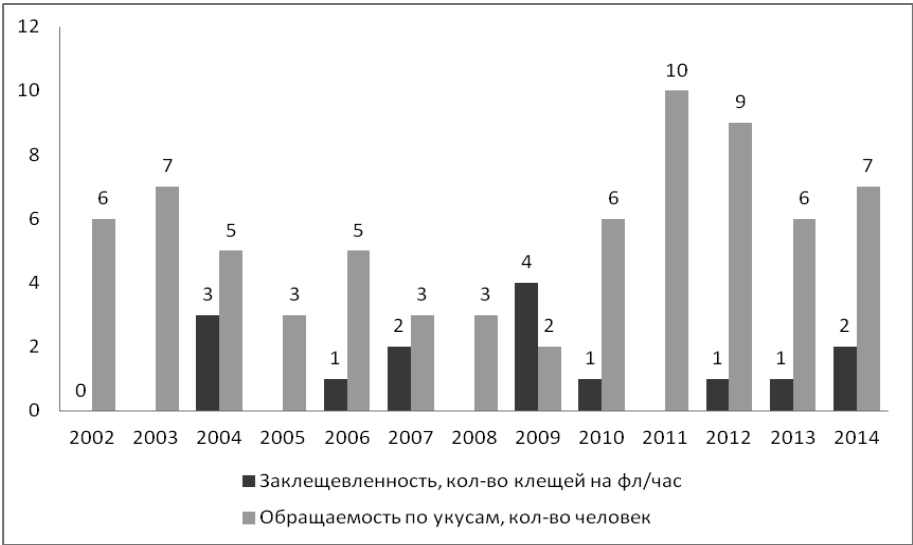


Рис. 7.3.5. Заклещевленность территории и количество укусов населения клещами в пределах парка «Березовая роща»

Лесной массив микрорайона «Металлург», расположен, как и парк им. Кирова в пределах Колтоминского геоморфологического подрайона, в северо-западной части города Ижевска. В состав древостоя входят ель европейская, сосна обыкновенная, липа мелколистная, тополь дрожащий, пихта сибирская и многочисленные кустарники. Территория характеризуется высокой лесистостью – более 50%, плотным древостоем, наличием жилых застроек и садово-дачных массивов. В результате здесь фиксируется большое количество укусов населения клещами (рис. 7.3.6). Среднее значение заклещевленности за 2002-2012 года составило 14,5 клещей на фл./час. При этом данная территория противоклещевой обработке не подвергается.

Таким образом, средняя численность клещей в период их массовой активности по всем парковым и лесопарковым зонам г. Ижевска увеличилась более чем в 2 раза – с 11,1 клещей на флаго/час в 2001г. до 24,2 – в 2012г. Соответственно возросло и количество случаев обращений населения по поводу укусов клещами. В 2017г., вследствие прохладного и дождливого лета, показатели заклещевленности существенно снизились (табл. 7.3.1).

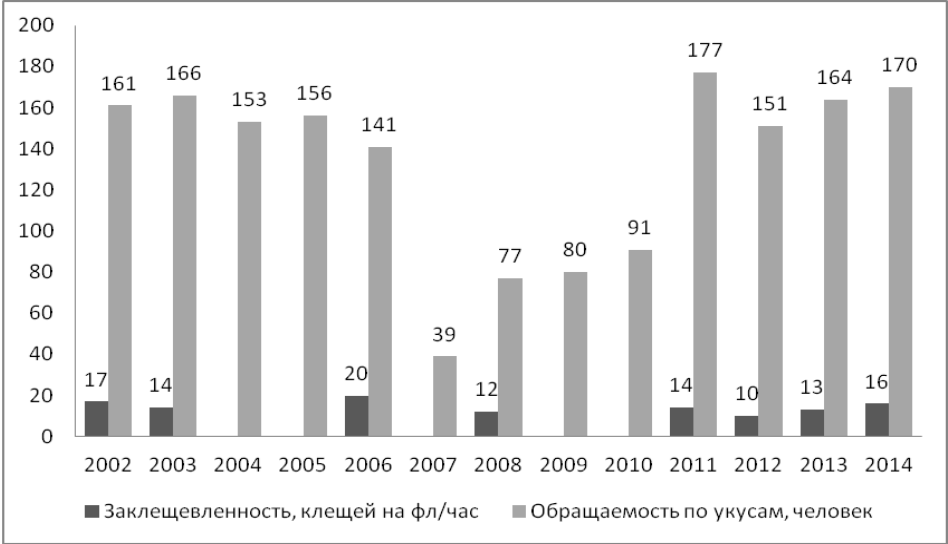


Рис. 7.3.6. Заклещевленность территории и количество укусов населения клещами в пределах лесного массива микрорайона «Металлург»

Таблица 7.3.1

Количество клещей на флаго/час на территории г. Ижевска
(по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии»)

	2 мая	3 мая	4 мая	12 мая	14 мая	22 мая	23 мая	25 мая
Ярушкинский дендропарк	20							
лес Северного кладбища	3							
Тропа здоровья от домов 3,5,7 по ул. Як-Бод. тракт до шк.9		12						
лес вокруг парка Кирова		18						
Важнин ключ		18						
лес от телевышки до ДОЛ Волна		15						
пристань Воложка		6						
п.М.Гора, лес с запада		15				4		
лес мкр. "Липовая роща"		30				3		
Южное кладбище, лес с севера			9					
лес по Воткинскому шоссе до 1РКБ			15				6	
мкр.Костина мельница по ул.Брянская до очистн. сооружен.			39				9	
СК Демидова			6			8		
Ботанический сад					2.6	1		
СК Чекерил						2		
1 РКБ территория						0		

санаторий Металлург						0		
лес пос.Воложка						12		
СОЛК им.Кулаковой				15				
ДОЛ Берёзка			2					
ДОЛ Радист								1
ДОЛ Берёзовая роща								4

Сравнивая парковые и лесопарковые зоны Ижевска по уровню эпидемиологического риска в отношении заболеваний, переносимых иксодовыми клещами, следует отметить, что 71% от общего количества укусов населения клещами приходится на Колтоминский геоморфологический подрайон (парк им. Кирова и лесной массив микрорайона Металлург) (рис. 7.3.7, 7.3.8). Здесь фиксируется в 2-2,5 раза больше укусов населения клещами, чем в среднем по городу. Это объясняется как высоким уровнем заклещёвленности (также в 2-2,5 раза выше средних по городу значений), так и частой посещаемостью этой территории.

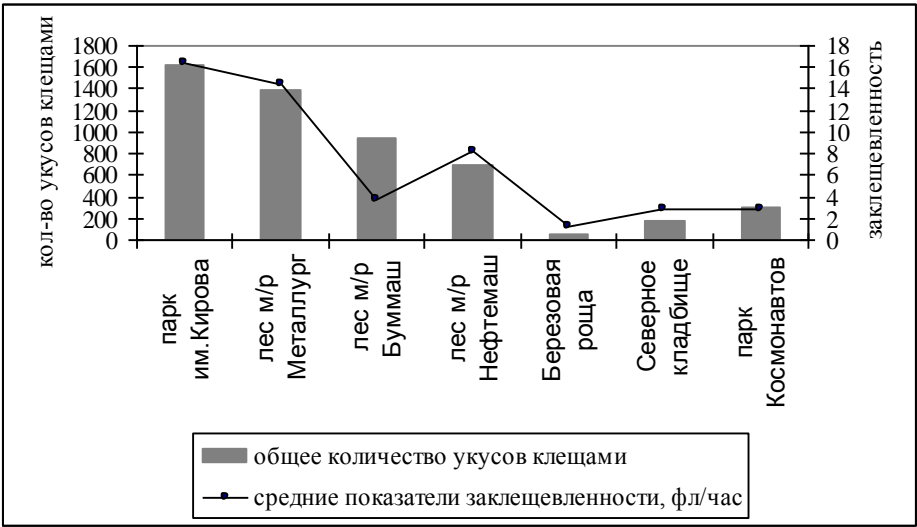


Рис. 7.3.7. Средние показатели заклещёвленности и общего количества укусов населения клещами, зафиксированные в пределах парковых и лесопарковых зон г.Ижевска

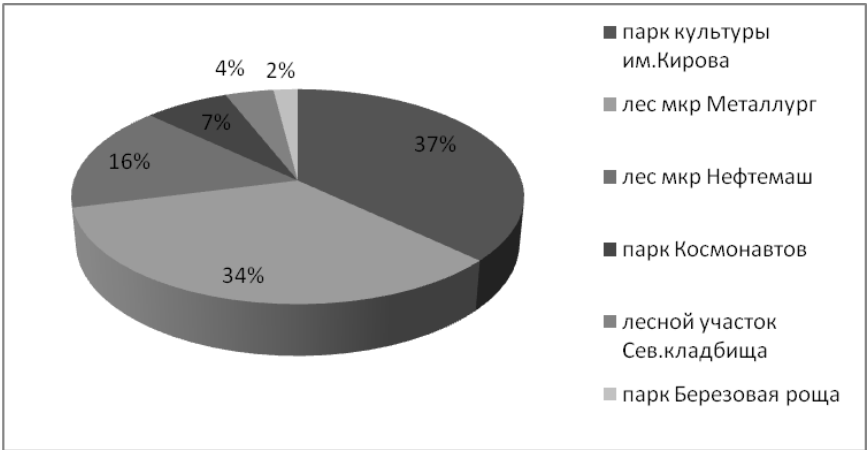


Рис. 7.3.8. Доля зарегистрированных укусов населения клещами на территории лесопарковых и парковых зон г. Ижевска

Наименьший риск заражения клещевым энцефалитом и клещевым боррелиозом характерен для Березовой рощи, лесной зоны Северного кладбища и парка Космонавтов. Несмотря на это, в

период массовой активности клещей заклещевленность этих территорий также может достигать высокого уровня.

В сложившейся ситуации крайне необходима акарицидная и дератизационная обработка парковых и лесопарковых зон города. Контроль эффективности истребительных мероприятий при применении акарицидов проводится через 5 и 35 суток и не менее двух раз в месяц [Профилактика...]. Если остаточная численность клещей на обработанной территории превышает 0,5 экземпляров на 1 км маршрута, обработку необходимо повторить.

Общая площадь акарицидных обработок в пределах городской черты в 2017 г. составила 2261,7 га, из которых 1067,5 га обработано за счет частных лиц. Соотношение территорий, в пределах которых проведены профилактические мероприятия, выглядит следующим образом: ЛОУ – 25,8%, кладбища – 7,9%, лечебные учреждения – 3,3%, детские учреждения – 1,2%, садоогороды – 0,9%, прочие территории – 60,9%. Дератизационные обработки осуществлены на площади 3236,1 га, преимущественно в пределах садоогородов и кладбищ. Каждый год площадь обрабатываемой территории меняется, в зависимости от объема средств, выделенных на эти мероприятия. В общей сложности на акарицидную обработку необходимых площадей зеленой зоны Ижевска должно выделяться от 1 до 1,5 млн. руб. При этом каждый новый эпидемиологический сезон акарицидные препараты необходимо чередовать.

Следует отметить, что на фоне достаточно высоких показателей заклещевленности (рис. 7.3.9) и зараженности клещей возбудителями клещевых инфекций (рис. 7.3.10), отмечается существенное снижение уровня заболеваемости населения г. Ижевска как клещевым энцефалитом, так и клещевым боррелиозом (рис. 7.3.11, 7.3.12). В 2017г. диагноз «клещевой боррелиоз» подтвердился у 15 чел. (и них 5 детей), клещевой энцефалит зарегистрирован у 12 чел. (из них 2 ребенка). За последнее десятилетие число заболевших снизилось в 2-3 раза (рис. 7.3.13). Такая ситуация характерна и для Удмуртии в целом, особенно для ее юго-западной и центральной части [Малькова, Рубцова, 2013].

Основными эпидемическими источниками клещевых инфекций являются лесные массивы. Здесь в 2016 г. зафиксировано 70% случаев заражения клещевым энцефалитом и 63,2% - клещевым боррелиозом. Более 30% случаев заражения происходит на садоводческих массивах. При этом из числа заболевших клещевым энцефалитом 30%, а из числа заболевших клещевым боррелиозом 52,6% заразились на территории Завьяловского района, а не в пределах г. Ижевска.

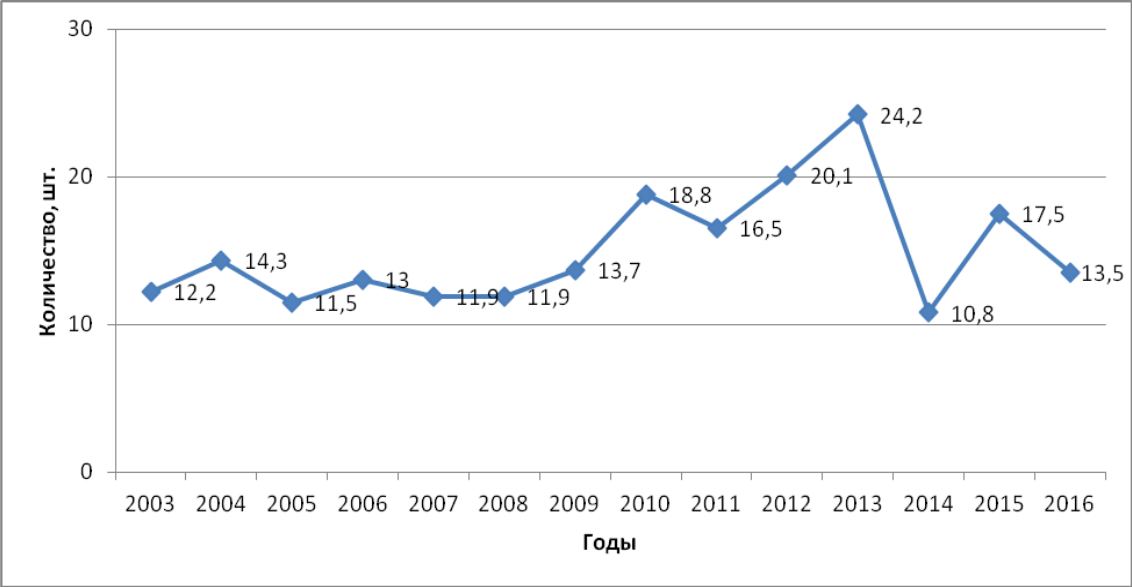


Рис. 7.3.9. Динамика средней численность клещей на флагов/км в г. Ижевске [Доклад..., 2017]

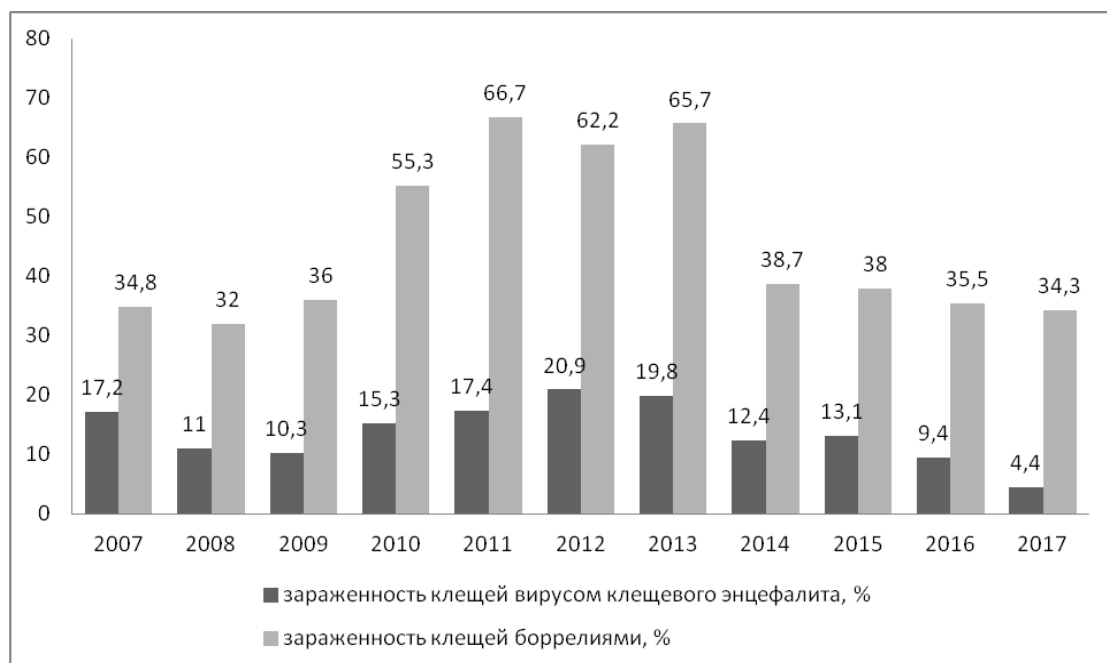


Рис. 7.3.10. Зараженность клещей возбудителями клещевых инфекций, всего по Удмуртии [О состоянии..., 2017]

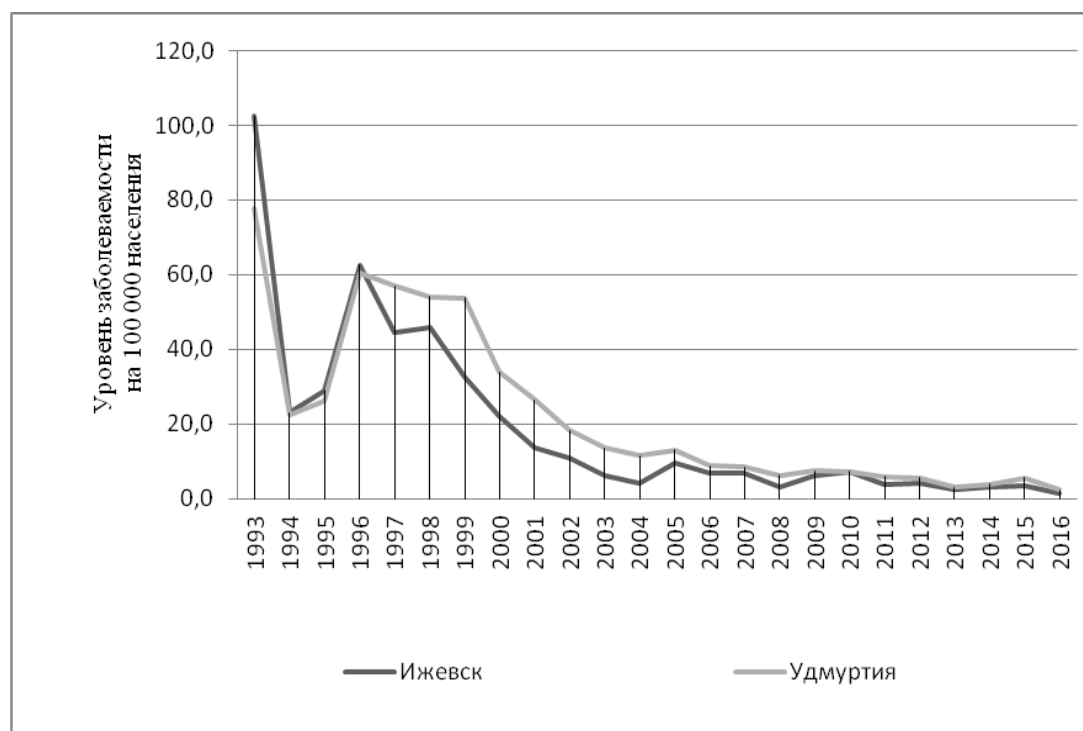


Рис. 7.3.11. Уровень заболеваемости населения г.Ижевска клещевым энцефалитом [Ковальчук и др., 2017]

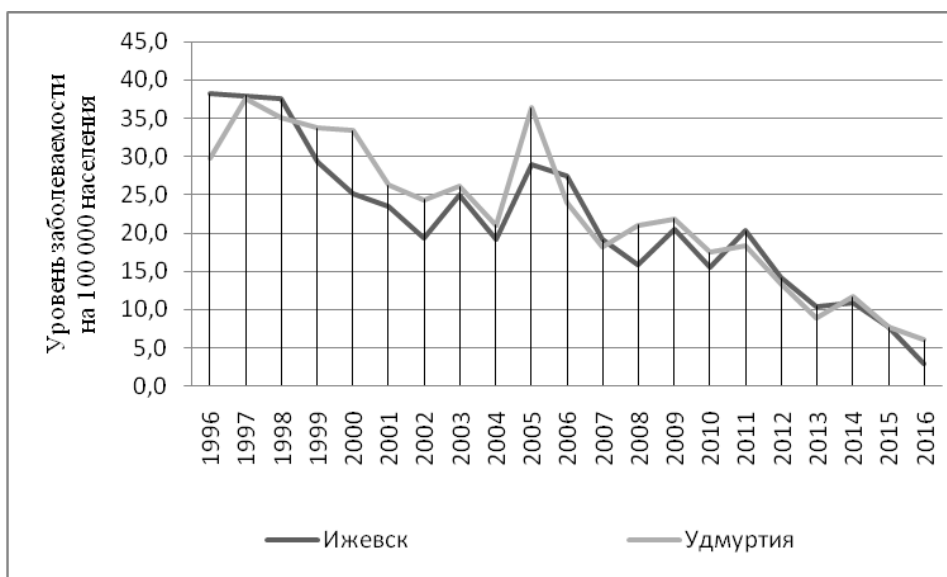


Рис. 7.3.12. Уровень заболеваемости населения г.Ижевска клещевым боррелиозом [Доклад..., 2017]

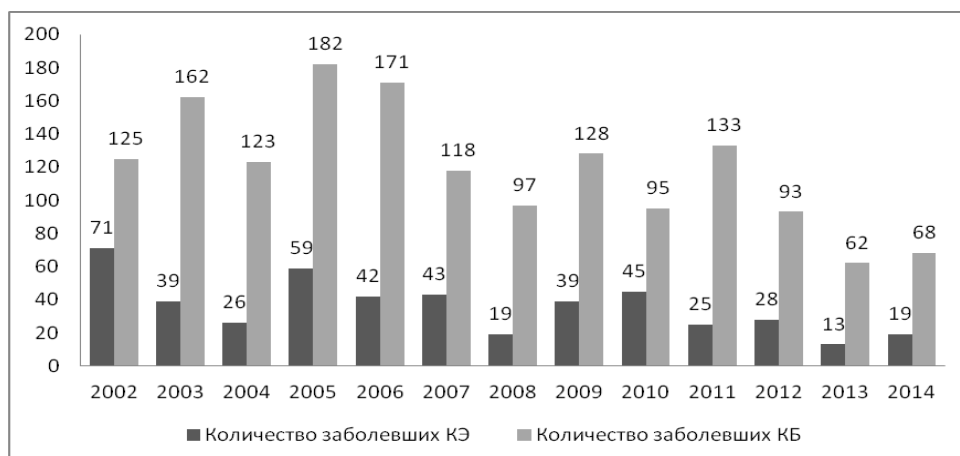


Рис. 7.3.13. Численность заболевших клещевым энцефалитом и клещевым боррелиозом по территории г. Ижевска

Одним из основных и наиболее эффективных способов защиты от клещевого энцефалита является иммунизация населения. Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам СПЗ.1.3.2352-08 «Профилактика клещевого вирусного энцефалита», привитость населения, проживающего на эндемичных по клещевому энцефалиту территориях, должна быть не менее 95% от общей численности населения. В Ижевске этот показатель за последние годы существенно вырос: среди взрослого населения с 5 до 21 %, среди детей с 16,5% до 60 % [Постановление..., 2016].

Таким образом, комплекс мер по регулированию эпидемиологической ситуации в отношении любых природно-очаговых болезней должен включать, прежде всего, мониторинг за состоянием очагов этих болезней с учетом погодно-климатических условий, антропогенной трансформации ландшафтов и других условий, определяющих степень устойчивости очага. Исходя из оценки эпидемиологического риска и прогноза уровня заболеваемости населения должны планироваться необходимые объемы профилактических работ, включая вакцинацию населения, акарицидную и дератизационную обработку наиболее неблагополучных территорий.

7.4. Календарь сезонного развития природы г. Ижевска и его окрестностей

Фенология как отрасль знания о сезонных явлениях в природе ставит своей целью охват всего многообразия и закономерностей реакций компонентов, а также элементов ландшафта и экосистем на смену времён года. Это определяет общее междисциплинарное положение данного направления на стыке биологических и географических наук и ряда прикладных отраслей, целостность которого определяется в первую очередь предметом изучения [Федотова, 2002].

Исходя из специфики объектов фенологии, в её составе могут быть выделены такие частные отрасли как фитофенология, зоофенология, ландшафтная фенология и др. [Шульц, 1981]. Несмотря на широкое поле современных фенологических подходов и методов, основой фенологических работ остаётся регистрация наступления тех или иных фенологических (сезонных) явлений, имеющих качественную или количественную природу, регулярно осуществляемую в определённом географическом пункте. Именно эти методические подходы (регулярность, всесезонность, постоянство места и объективность) в регистрации наступления явлений создают основу качественных и сопоставимых фенологических рядов, имеющих важное значение при выявлении многолетних климатических трендов и установлении природной цикличности различного масштаба [Соловьев, 2005]. Ещё одним требованием является стремление к оптимальной комплексности регистрируемых явлений, в совокупности позволяющих получить достаточно полное представление о сезонных процессах в сложных природных системах. Получаемые перечни фенологических явлений, ранжированные по календарным датам, могут быть обозначены как «календари природы» и представляют собой документированные и обобщённые сводки о ходе природных явлений и процессов в конкретном географическом пункте. Накопление и обработка данных по ряду лет позволяет получить информацию о средних многолетних сроках наступления феноявлений, отражающих статистическую временную норму явления. Для предотвращения ошибок выброса, то есть влияния аномальных годовых условий и получения информации по типичным для данного климатического отрезка условиям необходимы временные ряды наблюдений протяжённостью 10-15, 25-35 лет [Шульц, 1981].

Обобщение рядов фенологических явлений, отражающих в своей сути поступательные процессы сезонной динамики, предполагают объективное подразделение годового цикла на закономерные отрезки, под которыми понимаются фенологические сезоны и подсезоны (периоды). В связи с ведущей ролью энергетических факторов в функционировании ландшафта, выделение феноотрезков основывается как на использовании конкретных температурных рубежей, принятых в климатологии, так и связанных с ними явлений в живой и неживой природе. В целом для территорий умеренного пояса с выраженными двумя основными (лето и зима) и двумя переходными (весна и осень) периодами года выделяются соответственно четыре фенологических сезона, подразделяемых в свою очередь в совокупности на различное количество периодов, в зависимости от региональной специфики. В большинстве случаев выделяется 14-15 фенологических периодов [Шульц, 1981; Соловьев, 2005].

На территории республики опубликованы лишь календари природы за период 1960-1970-х гг. для г. Ижевска и ряда других населённых пунктов, созданные благодаря усилиям добровольческой корреспондентской сети под руководством профессора Ижевского сельскохозяйственного института В. В. Сентемова [Сентемов, 1964; Сентемов, 1977; Сентемов, 1979а; Сентемов, 1979б; Сентемов, 1979в]. В последующий период, вплоть до конца XX века, общих сводок опубликовано не было, что связано, в том числе, с затуханием координирующей деятельности регионального и общероссийского фенологического сектора.

Наши исследования, инициированные общим интересом к изучению различных аспектов сезонного развития природы, были начаты с конца 1990-х гг. Первоначально они касались лишь регистрации отдельных явлений, впоследствии же приобрели системный характер, позволивший на их основе провести современное фенологическое деление годового цикла и сделать первые заключения о региональных климатических трендах [Адаховский, 2011]. В настоящее время комплекс наблюдений охватывает регистрацию около 200 феноявлений различного характера, осуществляемых в пределах г. Ижевска и его ближайших окрестностях. На территории Ижевска наблюдения проводятся в пределах его восточной окраины в жилом микрорайоне Старый Аэропорт. За пределами города основным полигоном исследований является долина р. Позимь и, в частности, участок её среднего течения вблизи пос. Кабаниха Завьяловского района. Здесь осуществляется основной перечень орнито- и фитофенологических наблюдений, регистрируются сезонные процессы самого водотока, проводится снегомерная съёмка.

Целью настоящего сообщения является обобщение накопленной к настоящему времени фенологической информации в виде календаря природы. Сроки наступления рубежных среднесуточных температур приводятся по Ю.П. Переведенцеву [Переведенцев, 2009]. В силу различия во временных выборках регистрации феноявлений, в случаях менее чем десятилетнего ряда регистрации явления, указывается лишь его средняя дата без приведения крайних (наиболее ранних и наиболее поздних) сроков.

ВЕСНА. Климатологически (термически) сезон совпадает с границами устойчивого перехода суточных температур от 0°C до + 15°C. Подразделяется на следующие фенологические периоды: снеготаяние (рубежный феноиндикатор – начало интенсивного таяния снежного покрова), оживление весны (рубежные феноиндикаторы – сход снега на полях, начало цветения ивы козьей), разгар весны (рубежный феноиндикатор – начало пыления берёзы бородавчатой) и предлетье (рубежный феноиндикатор – начало рассеивания семян ивы козьей). На протяжении сезона происходит выраженная смена общих и частных аспектов ландшафтов в следующей последовательности: зимний заснеженный → пёстрый «зебровый» → бесснежный «голый» → зелёной дымки лесов → летнезелёный аспект лугов → летнезелёный аспект яруса широколиственного леса в лесах → летнезелёный аспект древесного яруса в лесах → летнезелёный аспект ландшафтов в целом. Перечень явлений весеннего сезона приводится в таблице 7.4.1.

Таблица 7.4.1

Название явлений	Даты		
	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя
Период снеготаяния			
Река Позимь – начало подъёма воды, появление заберегов и первой продольной трещины на льду	31 / III	22 / III 2007	7 / IV 2005, 2015, 2017
Среднесуточная температура – переход через 0°C	1 / IV	19 / III 1983	25 / IV 1979
Снежный покров – начало интенсивного таяния	1 / IV	21 / III 2007	10 / IV 2004
Оживление насекомых (появление бабочек-нимфалид, мух)	1 / IV	21 / III 2002	8 / IV 2005, 2006
Жаворонок полевой – появление первых птиц на пролёте в долине р. Позимь	2 / IV	21 / III 2007	9 / IV 2000
Скворец – появление первых птиц в долине р. Позимь	2 / IV	23 / III 2007	7 / IV 2005
Чибис – появление первых птиц в долине р. Позимь	2 / IV	21 / III 2007	10 / IV 2011
Чёрный коршун – появление первых птиц в долине р. Позимь	4 / IV	31 / III 2009	8 / IV 2005
Зяблик – первая песня	5 / IV	25 / III 2007	16 / IV 2011
Снежный покров – начало разрушения (первые проталины на полях)	6 / IV	24 / III 2007	13 / IV 2014
Белая трясогузка – появление первых птиц в долине р. Позимь	6 / IV	27 / III 2008	11 / IV 2014
Озёрная чайка – появление первых птиц в долине р. Позимь	6 / IV	30 / III 2009	13 / IV 2014
Серая цапля - появление первых птиц в долине р. Позимь	6 / IV	28 / III 2008	11 / IV 2011
Кряква – появление первых птиц в долине р. Позимь	8 / IV	30 / III 2007	16 / IV 2014
Камышовая овсянка – появление первых птиц в долине р. Позимь	8 / IV	26 / III 2008	17 / IV 2014
Берёза повислая – начало сокодвижения	9 / IV	-	-
Кулик – травник - появление первых птиц в долине р. Позимь	9 / IV	2 / IV 2009	13 / IV 2000, 2001, 2014
Зарянка – первая песня	11 / IV	3 / IV 2009	18 / IV 2011
Мать-и-мачеха – начало цветения	12 / IV	4 / IV 2015	17 / IV 2014, 2017
Река Позимь – полное освобождение ото льда	13 / IV	4 / IV 2007, 2008	19 / IV 2004
Ольха серая – начало пыления в долине р. Позимь	14 / IV	3 / IV 2008	23 / IV 2011
Свиязь – появление первых птиц на пролёте в долине р. Позимь	14 / IV	4 / IV 2007	23 / IV 2011
Гуси – появление первых стай на пролёте в долине р. Позимь	14 / IV	6 / IV 2007, 2008	23 / IV 2011
Кулик-черныш – появление первых птиц в долине р. Позимь	14 / IV	8 / IV 2008	18 / IV 2003, 2011

Бекас – начало токования в долине р. Позимь	14 / IV	6 / IV 2008	23 / IV 2011
Дрозд-белобровик – первая песня	14 / IV	-	-
Река Позимь – максимальный уровень весеннего половодья	16 / IV	4 / IV 2009	5 / V 2004
Период оживления весны			
Снежный покров – полное разрушение на полях	19 / IV	10 / IV 2008	30 / IV 2004
Шмели – вылет	19 / IV	8 / IV 2008	27 / IV 2017
Пеночка-теньковка – первая песня	19 / IV	12 / IV 2008	30 / IV 2011
Дупель – первое токование в долине р. Позимь	19 / IV	14 / IV 2010, 2012, 2017	26 / IV 2015
Среднесуточная температура – переход через +5°C	20 / IV	31 / III 1983	4 / V 1984
Ива козья - зацветание в городе	20 / IV	9 / IV 2008	28 / IV 2011, 2017
Ветреница алтайская – начало цветения	20 / IV	9 / IV 2008	2 / V 2004
Лещина – начало пыления	21 / IV	8 / IV 2008	29 / IV 2017
Осина – начало пыления	22 / IV	10 / IV 2008	30 / IV 2004
Ольха чёрная – начало пыления в долине р. Позимь	22 / IV	10 / IV 2008	30 / IV 2014
Конёк лесной – прилёт	22 / IV	14 / IV 2016	28 / IV 2011
Кулик-перевозчик – появление первых птиц в долине р. Позимь	22 / IV	12 / IV 2008	30 / IV 2011
Варакушка – первая песня в долине р. Позимь	22 / IV	9 / IV 2008	2 / V 2002, 2003
Желтоголовая трясогузка – появление в долине р. Позимь	22 / IV	15 / IV 2016	4 / V 2002
Хохлатка плотная – начало цветения в лесах	24 / IV	-	-
Травяная лягушка – начало урчания	24 / IV	-	-
Пеночка-весничка – первая песня	24 / IV	14 / IV 2006	28 / IV 2011
Горихвостка обыкновенная – первая песня	26 / IV	20 / IV 2016	29 / IV 2011, 2013, 2017
Вертишейка – первый крик в долине р. Позимь	26 / IV	-	-
Одуванчик лекарственный – начало цветения на городских газонах	26 / IV	17 / IV 2008	2 / V 2007, 2011, 2017
Медуница мягчайшая – начало цветения в долине р. Позимь	27 / IV	-	-
Вяз гладкий – начало пыления в долине р. Позимь	28 / IV	19 / IV 2008	8 / V 2009
Ветреница лютиковая – начало цветения	28 / IV	-	-
Ласточка деревенская – появление первых птиц в долине р. Позимь	28 / IV	20 / IV 2013	14 / V 2011
Ветреница алтайская – массовое цветение в лесах	28 / IV	-	-
Жёлтая трясогузка – появление первых птиц в долине р. Позимь	30 / IV	23 / IV 2012	4 / V 2005
Мухоловка-пеструшка – первая песня	30 / IV	21 / IV 2002	9 / V 2017
Чистяк весенний – начало цветения в долине р. Позимь	30 / IV	-	-
Период разгара весны			
Берёза повислая – начало пыления в городе	1 / V	18 / IV 1995	11 / V 2007
Хохлатка плотная – массовое цветение в лесах	1 / V	-	-
Майский жук – начало вылета	2 / V	20 / IV 1995	16 / V 2017
Клён американский – начало пыления в городе	2 / V	24 / IV 2012	9 / V 2007, 2017
Тополь – начало пыления в городе	2 / V	23 / IV 2012	9 / V 2017
Бабочки-белянки – вылет первых	3 / V	20 / IV 1995	17 / V 2017
Лягушка озёрная - первое громкое кваканье в долине р. Позимь	3 / V	26 / IV 2001	10 / V 2007
Луговой чекан – появление первых птиц	4 / V	27 / IV 2012	10 / V 2011
Кукушка обыкновенная – начало кукования	5 / V	28 / IV 2016	16 / V 2007
Река Позимь – окончание весеннего половодья	6 / V	24 / IV 2008	13 / V 2014
Клён остролистный – начало цветения в городе	6 / V	27 / IV 2012	14 / V 2007, 2017
Лютик золотистый – начало цветения в долине р. Позимь	6 / V	28 / IV 2012	12 / V 2007
Сморчки – появление в лесах	6 / V	-	-
Среднесуточная температура – переход через +10°C	8 / V	10 / IV 1995	3 / VI 1969
Соловей – первая песня в долине р. Позимь	8 / V	4 / V 2014	12 / V 2002
Черёмуха обыкновенная – начало цветения в городе	9 / V	28 / IV 2012	20 / V 2017

Груша уссурийская – начало цветения в городе	9 / V	-	-
Ветреница лютиковая – аспекттивное цветение в лесах	9 / V	-	-
Чина весенняя – начало цветения в лесах	9 / V	-	-
Обыкновенный сверчок – первая песня в долине р. Позимь	9 / V	-	-
Коростель – первый крик в долине р. Позимь	9 / V	4 / V 2016	13 / V 2017
Славка серая – первая песня	9 / V	-	-
Стрижи – появление в городе	11 / V	4 / V 2014, 2016	18 / V 2001
Ясень пенсильванский – начало пыления в городе	11 / V	-	-
Сурепка – начало цветения	12 / V	-	-
Чечевица – первая песня	12 / V	10 / V 2016	21 / V 2002
Яблоня ягодная – начало цветения в городе	13 / V	-	-
Речной сверчок – первая песня в долине р. Позимь	13 / V	10 / V 2006	19 / V 2017
Пеночка зелёная – начало пения в лесах	13 / V	-	-
Комары-кусаки – вылет в долине р. Позимь	14 / V	7 / V 2012	21 / V 2004
Купальница европейская – начало цветения в долине р. Позимь	15 / V	10 / V 2016	21 / V 2017
Садовая камышевка – первая песня	15 / V	-	-
Иволга – первая песня в лесах	16 / V	12 / V 2006	20 / V 2017
Карагана древовидная – начало цветения в городе	16 / V	7 / V 2012	3 / VI 2017
Период предлетья			
Сирень обыкновенная – начало цветения в городе	18 / V	9 / V 2001, 2012	30 / V 2017
Осина – начало рассеивания семян в городе	19 / V	11 / V 2012	3 / VI 2017
Гравилат речной – начало цветения в долине р. Позимь	19 / V	-	-
Ива козья – начало рассеивания семян в городе	20 / V	11 / V 2012	31 / V 2017
Начало массового вылета разнокрылых стрекоз в долине р. Позимь	21 / V	-	-
Рябина – начало цветения в городе	22 / V	14 / V 2010, 2012	5 / VI 2017
Жимолость лесная – начало цветения в лесах	22 / V	-	-
Бересклет бородавчатый – начало цветения в лесах	23 / V	-	-
Купальница европейская – массовое цветение в долине р. Позимь	24 / V	17 / V 2001, 2012, 2016	4 / VI 2017
Ландыш майский – начало цветения в городе	24 / V	-	-
Сосна обыкновенная – начало пыления	27 / V	21 / V 2001, 2016	11 / VI 2017

ЛЕТО. Климатически (термически) сезон совпадает с границами устойчивого превышения суточных температур значения + 15°C. Подразделяется на следующие фенологические периоды: перелетье (рубежный феноиндикатор – начало цветения шиповника майского), разгар лета (рубежный феноиндикатор – начало цветения липы мелколистной), спад лета (рубежный феноиндикатор – начало цветения полыни горькой). Перечень явлений летнего сезона приводится в табл. 7.4.2.

ОСЕНЬ. Климатическими (термическими) границами сезона является диапазон средних суточных температур от + 15°C до -5°C. Подразделяется на следующие фенологические периоды: ранняя осень (рубежный феноиндикатор – появление первых жёлтых листьев на берёзах), золотая осень (рубежный феноиндикатор – выраженное пожелтение листьев на берёзе), поздняя осень (рубежный феноиндикатор – полное пожелтение листьев на берёзе) и предзимье (рубежный феноиндикатор – окончание листопада на берёзе). На протяжении сезона происходит смена аспектов ландшафтов в следующей последовательности: летнезелёный аспект → пестрый желто-зелёный аспект лесов → аспект золотой осени (полного пожелтения лесов) → «голый» безлиственный аспект лесов с временными «белыми» аспектами ландшафтов при зазимках → зимний заснеженный аспект. Перечень явлений осеннего сезона приводится в табл. 7.4.3.

Таблица 7.4.2

Фенологические явления летнего сезона

Название явлений	Даты		
	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя
Период перелетья			
Свербига восточная – начало цветения	30 / V	24 / V 2012	12 / VI 2017
Купырь лесной – начало цветения	31 / V	-	-
Лютик едкий – начало цветения в долине р. Позимь	31 / V	-	-

Калина обыкновенная – начало цветения в долине р. Позимь	1 / VI	-	-
Горицвет кукушкин цвет – начало цветения в долине р. Позимь	1 / VI	-	-
Шиповник майский – начало цветения в городе	2 / VI	21 / V 2012	18 / IV 2017
Среднесуточная температура – переход через +15°C	4 / VI	9 / V 1977	26 / VI 1979
Вяз гладкий – созревание плодов в долине р. Позимь	4 / VI	-	-
Колокольчик раскидистый – начало цветения	4 / VI	-	-
Тополь – начало рассеивания семян в городе	7 / VI	29 / V 2012	26 / VI 2017
Малина лесная – начало цветения	8 / VI	-	-
Смолка клейкая – начало цветения	8 / VI	-	-
Нивяник обыкновенный – начало цветения	10 / VI	-	-
Земляника лесная – начало созревания плодов	19 / VI	12 / VI 2012	4 / VII 2017
Иван-чай – начало цветения	20 / VI	-	-
Цикорий – начало цветения	20 / VI	-	-
Донник жёлтый – начало цветения	22 / VI	-	-
Лабазник вязолистный – начало цветения	24 / VI	-	-
Период разгара лета			
Липа мелколистная – начало цветения в городе	30 / VI	14 / VI 2012	16 / VII 2017
Кузнечик певчий – начало стрекотания в городе	4 / VII	-	-
Пижма обыкновенная – начало цветения	16 / VII	-	-
Черёмуха – начало созревания плодов	18 / VII	-	-
Период спада лета			
Иван-чай – начало созревания и рассеивания семян	28 / VII	-	-
Полынь горькая – начало цветения	30 / VII	20 / VII 2010	6 / VIII 2017
Стрижи – исчезновение в городе	1 / VIII	-	-
Сивец луговой – начало цветения в долине р. Позимь	2 / VIII	-	-
Шиповник майский – полное созревание плодов	20 / VIII	-	-

Таблица 7.4.3

Фенологические явления осеннего сезона

Название явлений	Даты		
	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя
Период ранней осени			
Среднесуточная температура – переход через +15°C	17 / VIII	30 / VI 1986	12 / IX 1995
Берёза повислая – появление первых жёлтых листьев в городе	25 / VIII	19 / VIII 2005, 2007	7 / IX 2015
Период золотой осени			
Среднесуточная температура – переход через +10°C	16 / IX	25 / VIII 1973	16 / X 1974
Берёза повислая – выраженное (около 50%) пожелтение листьев в городе	23 / IX	20 / IX 2002, 2009, 2010, 2012	6 / X 2017
Клён остролистный – полное пожелтение листьев в городе	23 / IX	-	-
Первый заморозок на почве (г. Ижевск)	1 / X	13 / IX 2002	16 / X 1999, 2014
Период поздней осени			
Среднесуточная температура – переход через +5°C	3 / X	18 / IX 1976	23 / X 1991
Широколиственные породы (липа, клён остролистный, вязы) – полное опадение листьев в городе	5 / X	25 / IX 2012	17 / X 2017
Берёза повислая – полная осенняя окраска листьев в городе	7 / X	2 / X 2012	14 / X 2013
Ива пятичлениковая – начало рассеивания семян в долине р. Позимь	12 / X	-	-
Снег (осадки в твёрдом состоянии) – первое выпадение	17 / X	1 / X 2013	-
Свиристель – появление первых стай	18 / X	1 / X 2017	4 / XI 2007
Период предзимья			

Берёза повислая – полное опадение листьев в городе	24 / X	16 / X 2012	5 / XI 2016
Среднесуточная температура – переход через 0°C	25 / X	7 / X 1976	16 / XI 2004
Формирование безлиственного «голоого» аспекта лесов			
Сирень обыкновенная – опадение листьев в городе	2 / XI	30 / X 2000, 2003, 2005	6 / XI 2006

ЗИМА. Климатическими (термическими) границами сезона является диапазон средних суточных температур от -5°C в сторону понижения, а затем до 0°C в сторону повышения. Подразделяется на следующие фенологические периоды: ранняя зима (рубежный феноиндикатор – установление постоянного снежного покрова), коренная зима (в качестве рубежного индикатора нами принимается срок наступления астрономической зимы – 21-22 декабря), перелом зимы (рубежный феноиндикатор – начало регулярного пения больших синиц) и предвесенье (рубежный феноиндикатор – появление первых грачей). Перечень явлений зимнего сезона приводится в табл. 7.4.4.

Таблица 7.4.4

Фенологические явления зимнего сезона

Название явлений	Даты		
	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя
Период ранней зимы			
Среднесуточная температура – переход через -5°C	18 / XI	-	-
Снежный покров – установление постоянного	18 / XI	1 / XI 2009	13 / XII 2008
Река Позимь – замерзание	22 / XI	3 / XI 2016	16 / XII 2008
Период коренной зимы			
Зимнее солнцестояние	22 / XII	-	-
Период перелома зимы			
Большая синица – начало регулярного брачного пения в городе	25 / I	21 / I 1996, 2012	6 / II 2014
Капель – первая при радиационной оттепели	11 / II	22 / I 2016	27 / II 2004
Ворон – начало насиживания	5 / III	-	-
Период предвесенья			
Грач – появление первых птиц в городе	8 / III	23 / II 2002	17 / III 2006
Зеленушка – появление первых	27 / III	2 / III 2017	9 / IV 2011
Овсянка обыкновенная – появление птиц	31 / III	21 / III 2007	7 / IV 2011

Таким образом, можно говорить, что накопленный к настоящему времени объём фенологических данных позволяет достаточно целостно отразить характер и структуру сезонного развития природы в центральной части республики, что определяет его значимость с точки зрения реализации программ фенологического мониторинга среды, а также и отражения отклика компонентов ландшафтов на общие климатические тенденции настоящего времени. К актуальным задачам региональной фенологии, в первую очередь, следует отнести возобновление деятельности корреспондентской сети для установления объективной картины пространственно-географических фенологических закономерностей в Удмуртской Республике, а так же разработка и реализация программ исследований по отдельным прикладным и частным разделам фенологии. Практическую значимость, с точки зрения, оценки состояния среды так же имеет составление фенологической карты г. Ижевска. Кроме того, стоит задуматься о включении курса фенологии в программы обучения студентов естественно-научного профиля, как это уже сделано в целом ряде российских вузов.

7.5 Суммарный показатель антропогенной нагрузки

Количественное экологическое картографирование ввиду методической сложности и трудоемкости не получило пока широкого распространения. Количественные оценки состояния среды не могут быть сведены к совокупности характеристик состояния её компонентов. Необходим переход от множества частных показателей к одному обобщающему. Реализуемым на практике вариантом этого перехода является определение суммарных показателей (индексов) загрязненности воздуха, воды, почв, и их дальнейшее обобщение на основе характеристик оценки значимости состояния каждого из компонентов природной среды. Известные и апробированные методики позволяют количественно оценить значимость состояния компонентов природной среды лишь на основе гигиенических критериев, т.е. с позиций оценки влияния на здоровье населения. Такой подход применим в пределах урбанизированных территорий, в то время как для природных и квазиприродных ландшафтов выполнение количественных интегральных оценок сдерживается отсутствием подходящих экологических критериев (ПДК, определенные с точки зрения воздействия загрязнений на экосистемы, что на практике не достигнуто).

Для территорий (прежде всего, урбанизированных), достаточно охарактеризованных количественными данными и о состоянии здоровья населения, может быть проведена интеграция покомпонентных показателей в суммарный показатель антропогенной нагрузки (СПАН). Для определения показателей весомости перечисленных индексов загрязненности воздуха, воды и почв использовались значения коэффициентов корреляции между общей заболеваемостью детей по участкам обслуживания детских поликлиник (130 участков 12 детских поликлиник) и соответствующими показателями экологической обстановки на территориях тех же участков: индексами загрязнения атмосферы, в т.ч. в среднегодовом исчислении и при неблагоприятных метеоусловиях, качеством воды в системах водоснабжения, уровнями загрязнения почв. Как показало исследование, проведенное в г. Ижевске, коэффициенты корреляции составили: 0,21 для индекса загрязнения атмосферы в среднегодовом исчислении (ИЗАсг); 0,54 для индекса загрязнения атмосферы при неблагоприятных метеоусловиях (ИЗАнму); 0,07 для индекса загрязнения воды в системах водоснабжения (ИЗВ); 0,12 для суммарного показателя загрязнения почв (Zс).

Таким образом, наибольший вклад в формирование уровней заболеваемости детского населения давало загрязнение воздуха при неблагоприятных метеоусловиях. Для создания соответствующей карты (рис. 7.5.1.) были использованы данные подфакельных наблюдений, выполнявшихся Санитарно-гигиенической лабораторией Госсанэпиднадзора до начала 2000-х гг. в 56 пунктах городской территории. Результаты обработки результатов подфакельных наблюдений представлены на рис. 7.5.1. Как видно из рис. 7.5.1., основные очаги загрязнения при неблагоприятных метеоусловиях формируются на территориях и вблизи промышленных зон: Центральной и Северо-Восточной. При этом район наибольшего загрязнения вблизи Центральной промзоны смещен по направлению господствующих ветров к ее северо-восточной части и прилегающим кварталам. Зоны загрязнения от Центральной промзоны и автотранспорта по ул. Удмуртской смыкаются, формируя в центральной части города сплошной очаг. Зона загрязнения, приуроченная к Северо-Восточной промзоне, выражена несколько менее резко. Она охватывает территорию промзоны и частично прилегающие микрорайоны Автозавода.

Величины ИЗАнму, представленные на рис. 7.5.1., характеризуют не единовременно складывающуюся картину, а совокупность факелов загрязнения, которые при разных направлениях ветра бывают направлены на разные районы города. Поскольку подфакельные наблюдения в настоящее время не проводятся, обновить карты загрязнения атмосферного воздуха при неблагоприятных метеоусловиях и, соответственно, суммарного показателя антропогенной нагрузки пока не удалось.

Поскольку сумма приведенных выше показателей весомости (коэффициентов корреляции) составляет 0,94; для удобства интерпретации результатов все они были пропорционально увеличены, так чтобы их сумма составила единицу. В этом случае в гипотетической ситуации соответствия всех показателей загрязнения предельно допустимым с гигиенической точки зрения значениям величина СПАН составит единицу.

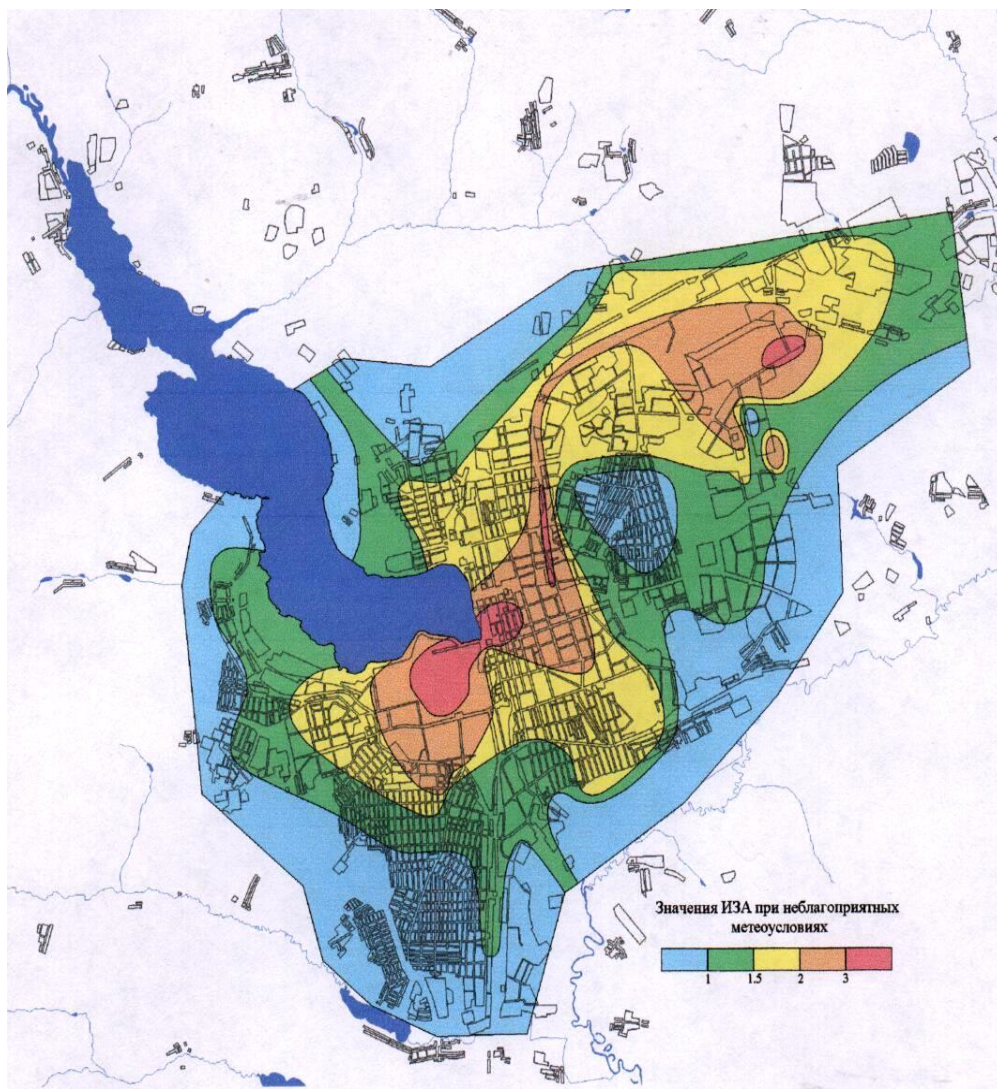


Рис. 7.5.1. Средние значения индекса загрязнения атмосферы при неблагоприятных для данного района метеоусловиях (ИЗ_{Анм}) по состоянию на 2000 г.

Для приведения показателей загрязнения к единому смысловому содержанию (кратность превышения или доля предельно допустимых значений) величины ИЗ_{Асг} и ИЗ_{Анм} следует делить на число учитываемых ингредиентов, а суммарный показатель загрязнения почв Z_c - на соответствующую предельно допустимую величину 16; для Z_c и ИЗВ учет числа ингредиентов предусмотрен в соответствующих формулах, приведенных выше. Таким образом, СПАН рассчитывались по формуле:

$$\text{СПАН} = 0,57 * \text{ИЗ}_{\text{Анм}} + 0,23 * \text{ИЗ}_{\text{Асг}} + 0,13 * Z_c + 0,07 \text{ ИЗВ},$$

где: n_1 и $n_2 = 16$, n_1 и n_2 – количества ингредиентов, учтенных при вычислении ИЗ_{Анм} и ИЗ_{Асг} соответственно.

Для значений СПАН коэффициент корреляции с показателями детской заболеваемости составил 0,65 и, таким образом, оказался выше, чем для любого из частных показателей. Построенная по данной методике карта представлена на рис. 7.5.2.

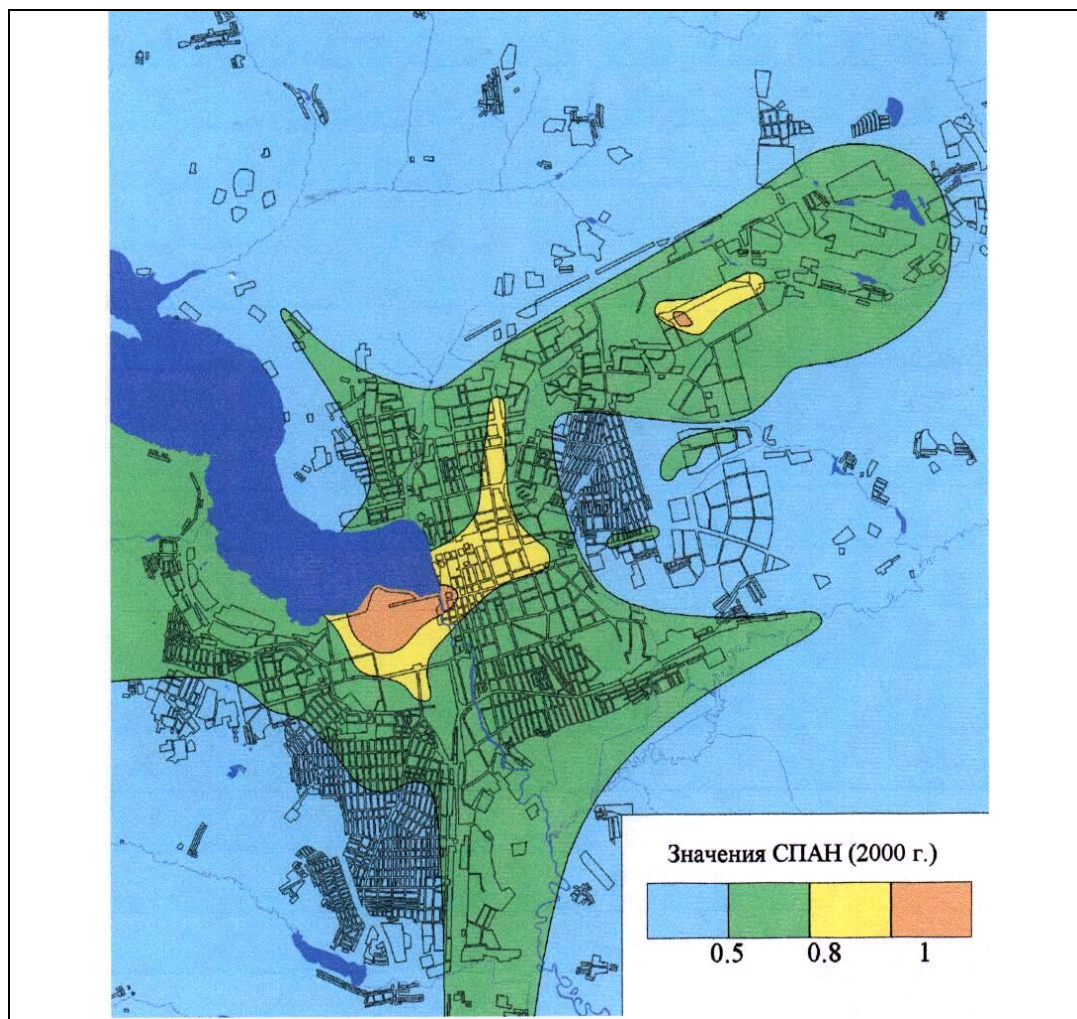


Рис. 7.5.2. Карта суммарных показателей антропогенной нагрузки (СПАН)

Максимальные значения СПАН приурочены к промышленным зонам и прилегающим территориям, а также к основной транспортной магистрали - ул. Удмуртская, минимальные – к районам удаленным от центра города частной застройки усадебного типа. «Языки», выходящие за застроенную территорию, связаны с основными автодорогами. Остается лишь предполагать, что за период после 2000 г. данная территориальная структура не претерпела существенных изменений.

8. Основные природоохранные мероприятия

8.1. Мероприятия по охране атмосферного воздуха

По данным доклада об экологической обстановке в г. Ижевске, за последние 10 лет наблюдается уменьшение загрязнения атмосферного воздуха от стационарных объектов. Причин тут несколько: с одной стороны перепрофилирование некоторых промышленных производств в сферу обслуживания, с другой стороны, реализация мероприятий в рамках муниципальной долгосрочной программы по охране окружающей среды 2009-2013 годы. По данной программе достигнуто сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 367,5 тонн. [Денисов и др., 2013].

В настоящее время реализуется муниципальная программа «Охрана окружающей среды на 2015 - 2020 годы». Осуществляется плановое выполнение отдельных разделов данной программы. В 2016 году были реализованы следующие задачи:

- Ремонт горелок котлов ТП-87, ПТВМ-180, КВГМ-180 в Удмуртского филиала ОАО «ТГК-5» Ижевской ТЭЦ-2. Это позволило достичь сокращение выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу на 49,76 тонн;
- Режимно-наладочные работы паровых и водогрейных котлов котельной ОАО «Ижнефтемаш». Сокращение выбросов ЗВ в атмосферу на 1,5 т/год;
- Установка фильтров на гальваническом участке ОАО «Ижнефтемаш». Сокращение выбросов ЗВ в атмосферу на 0,1 т/год;
- Организация процесса отходящих газов котельной предприятия ООО «Ижевский завод керамических материалов» в технологии сушки кирпича. Сокращение валового выброса ЗВ в атмосферный воздух на 9,2 т/год;
- Замена фильтровальных рукавов в системе газоочистки электросталеплавильного производства ОАО «Ижсталь». Достигнуто сокращение выбросов ЗВ в атмосферу на 26,0 тонн. Проведена замена 1200 шт. фильтровальных рукавов;
- Внедрение нового катализатора в установке каталитического дожига вредных веществ в цехе № 4 ОАО «Ижевский завод пластмасс» (ОАО «ИЗП»). Сокращение выбросов ЗВ в атмосферный воздух на 4,2 т/год.

В соответствии с требованиями к экологической проектной документации (проекты предельно-допустимых выбросов ЗВ) обязательным условием является разработка мероприятий по снижению выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Это, как правило, достигается путем сокращения или даже приостановки работы отдельных источников выбросов. Так в 2016 г. было зафиксировано 40 дней с условиями НМУ. По официальному уведомлению со стороны ФГБУ Верхневолжского УГМС Удмуртского ЦГМС пяти крупнейших предприятий-загрязнителей г. Ижевска были выполнены плановые приостановки отдельных источников выбросов. Эффективность мероприятий позволило снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу приблизительно на 52,1 тонны. Данное снижение, хоть и временное, имеет особое значение – т.к. в этот период рассеивание загрязняющих веществ затруднено и может формироваться (в условиях задымляющей температурной инверсии) опасная концентрация ЗВ.

Помимо планового снижения выбросов ЗВ в городе наблюдается постоянное увеличение поллютантов в атмосфере. Это связано в первую очередь с увеличением транспорта на городских улицах. По данным таблицы 2.1.3 (раздел 2.1) за 10 лет с 2006 по 2016 годы в Ижевске количество автомобилей увеличилось со 151564 до 181675 единиц. Данная тенденция с некоторыми вариациями (с 2013 года из-за сложной экономической ситуации наблюдается временное снижение техники) подчеркивает приоритетность загрязнения транспортом атмосферного воздуха Ижевска. По литературным данным [Денисов и др., 2013], автотранспорт остается основным источником загрязнения атмосферного воздуха. Суммарный выброс загрязняющих веществ от автотранспорта в 2016 году составил 69,9 тыс. тонн (76,9% от общего объема выбросов загрязняющих веществ).

Природоохранные мероприятия от данного типа загрязнения имеют свою специфику. Во-первых, они не имеют территориально-временной привязки – каждое транспортное средство индивидуально и подавляющее количество составляет личный автотранспорт. Во-вторых, наряду с обновлением автопарка мы наблюдаем его «старение», и как правило, замена автомобиля на более

новый сопряжена со значительными экономическими затратами. В-третьих, немаловажную роль в эксплуатации автомобилей играет качество дорог.

Исходя из выше сказанного, следует, что снижение выбросов от автотранспорта может быть достигнуто только комплексными государственными (в масштабах страны) мероприятиями:

- Улучшение качества топлива. В Ижевске мы уже можем наблюдать расширенную линейку видов бензина. Кроме стандарта ЕВРО-4 встречаются автозаправочные станции со стандартом ЕВРО-5;
- Более широкое внедрение газообразного топлива (Ижевск имеет в наличии сеть АЗС со сжиженным газом), а также стимулирование использования гибридных автомобилей (возможность сочетания бензиновой тяги с электродвигателем);
- Внедрение «прозрачности» при проведении технического осмотра техники;
- Повышение ответственности предприятий, проводящих ремонт автомобильных дорог;
- Более широкое внедрение в практику строительства подземных и надземных переходов, что позволит уменьшить режим работы автомобиля на холостом ходу;
- Приоритет режима «зеленая волна», в первую очередь для транзитных участков дорог;
- Государственное стимулирование утилизации устаревших автомобилей.

Таким образом, значительное снижение загрязнения атмосферного воздуха в г. Ижевске от газообразных соединений практически выполнимо только для крупных промышленных объектов, которые в рамках муниципальной программы «Охрана окружающей среды на 2015 - 2020 годы», либо в частном порядке, наметили природоохранные мероприятия: установка очистных сооружений, переход на более экологически «чистое» сырьё, изменения в производственном цикле, переориентация на производство других товаров.

Снижение выбросов пылевых частиц требует значительно меньших капиталовложений (фильтры, циклоны, скрубберы). Такие выбросы, как правило, приурочены к предприятиям строительной отрасли, где очистные сооружения уже давно функционируют. Для этих производств в перспективе потребуется установить очистное оборудование более высокой эффективности (двухступенчатое), например, использование волокнистых фильтров после циклонов. Это связано с тем, что в ближайшем времени будет обращаться повышенное внимание на выброс ЗВ, имеющих размерность менее 5 – 10 мкм (как это принято в экономически развитых странах). Применяемые очистные сооружения для пылевых частиц (обычно циклоны) конструкционно не способны улавливать частицы малой размерности. Мелкие фракции не только более опасны для здоровья, но и обладают способностью перемещаться на дальние расстояния [Лотош, 2007; Техника..., 2005].

Мероприятия по снижению транспортного шума

Как говорилось ранее в главе 2.3, в городе на многих участках, прилегающих к транспортным развязкам, сложилась неблагоприятная ситуация по уровню шумового загрязнения. Особенно это проявляется в жилых домах, обращенных к транспортным потокам. Снижение шумового воздействия осложнено архитектурно-планировочными особенностями города Ижевска:

- близость красной линии застройки к проезжей части;
- практически полное отсутствие разделительной полосы (желательно с озеленением) между разными направлениями движения.

В связи с этим, соблюдение санитарных нормативов ПДУ в области транспортного шума, имеет ряд ограничений:

- невозможность использования шумозащитных экранов;
- внедрение «зеленой волны» только усилит уровень шума (благодаря увеличению скоростного режима и количества проходящего транспорта);
- использование зеленых насаждений будет эффективно только для лесопарковых зон (требуется ширина не менее 10 – 15 метров и посадка трех ярусной растительности, к тому же эффект будет достигаться только в летнее время);
- использование первых этажей зданий под служебные помещения не решит проблем для верхних этажей.

Относительно промышленных объектов, в Ижевске имеется опыт внедрения шумозащитных экранов, отделяющих жилые дома от трансформаторных подстанций. Трансформаторные подстанции открытого типа «Майская» и «Кульбаза», расположены в непосредственной близости от жилых домов и оборудованы специализированными звукопоглощающими ограждениями.

В итоге, на примере г. Ижевска мы видим все возрастающую с каждым годом проблему шумового загрязнения. Решение этой задачи силами администрации города возможно только

локально. Например, установка шумозащитных экранов и траншей с виброгашением вдоль железнодорожных путей, пронизывающих город в трех направлениях и, проходящих в отдельных местах в 40 – 50 метрах от жилья.

В зависимости от формируемого эквивалентного уровня шума от проходящего транспорта зона акустического дискомфорта (территория, где превышаются санитарные нормативы по шуму) может простираться до 100 – 200 м. Пути решения этой проблемы существенно сужены. В сложных градостроительных условиях реальное снижение шумового воздействия оказывается возможным только при защите непосредственно самих квартир жилых объектов. Таким техническим решением оказываются встраиваемые воздушные клапаны в оконные проемы. Это позволяет заменить систему проветривания помещений, не открывая оконные проемы (форточки, фрамуги). При этом подобный режим воздухообмена можно ограничить на время наиболее напряженного трафика движения транспортных потоков.

Другие меры снижения шумового загрязнения от транспорта не всегда оказываются достаточными и эффективными. Так, градостроительные условия не позволяют применить шумозащитное озеленение или шумозащитные экраны. Этому мешает близость домов к дорогам, наличие и продолжающееся строительство высотных домов.

8.2. Мероприятия по охране водных объектов

Основной водной артерией Ижевска является р. Иж. При общей ее протяженности, равной 259 км, в пределах города длина реки составляет 35 км. К ее руслу, как к стволу дерева, прикрепляются ветви – ее притоки: это реки Позимь, Пироговка, Пазелинка, Карлутка и еще несколько десятков рек и ручьев (см. раздел 3.3).

Помимо речных систем на территории Ижевска имеются и городские водоемы – красавец Ижевский пруд и его братья - более мелкие водные объекты, как горошины бус, нанизанные на нить русел рек: пруды на рр. Пироговка, Малиновка, Старковка.

В промышленном городе не обойтись и без технических водоемов, выполняющих специфические задачи и требующих особого контроля – это пруды-накопители ТЭЦ-2 и пруд – отстойник ОАО «Ижсталь». Гидравлической связи с поверхностными водными объектами они не имеют, но связь с грунтовыми водами возможна при плохом состоянии (или отсутствии) гидроизоляции котловин этих прудов.

Малые естественные водные объекты только фразеологически «малые». На самом деле они выполняют большую работу - создают комфортную ландшафтную среду в условиях серой бетонной застройки, образуя эстетически живописные, душевные и уникальные городские ансамбли.

Родники, пруды и реки улучшают микроклимат посредством повышения влажности воздуха, уменьшают загрязненность воздуха, очищая его от автотранспортных и промышленных выбросов, благодаря чему, вблизи них легче дышится.

Все это водный фонд Ижевска. Все элементы этого комплекса водных объектов города взаимосвязаны и участвуют в формировании единого водного баланса и качества воды. Это важнейший постулат, который надо учитывать при формировании водоохраных мер в обстановке плотной городской застройки и роста антропогенной нагрузки на речные бассейны.

В условиях крупного промышленного центра первичная и основная гидрографические сети и идущие к ним коллекторно-дренажные линии выполняют функцию целостной водно-технической системы, регулирующей прием и распределение поверхностного и подземного стока с городской территории, а также стоков, поступающих от организованных выпусков предприятий и ливнепусков.

Формирование и работа этой водно-технической системы происходит на трех уровнях [Пупырев, 2006]:

- на первом – это современная водосборная территория и водоприемники дождевой канализации;
- на втором – это искусственная сеть ливневой канализации;
- на третьем – коллекторно–речная сеть, включая речные коллекторы, речные русла в открытом естественном состоянии и гидротехнические сооружения.

Соответственно, все работы по модернизации этой системы и охране природных вод необходимо проводить в соответствии с указанными уровнями, последовательно перемещаясь от истоков рек до низовьев их русла. Перечислим эти необходимые виды деятельности:

1. Разработка водного реестра для территории г. Ижевска, с указанием юридической и физико-географической принадлежности водных объектов, их основных гидрологических характеристик, данных по качеству воды и его динамике, с выявлением источников загрязнения, видов водопользования и ответственных за содержание водного объекта и прилегающих к нему территорий;

2. Структуризация гидрографической сети, включая элементы формирования, отвода и очистки поверхностного стока. При этом необходимо провести точные расчеты объемов талых и дождевых вод, образующихся на водосборе рек. Для этого, по современной картографической основе провести функциональное зонирование территории бассейна, с выделением площадей с разным родом покрытия (асфальт, бетон, щебень, брусчатка, грунт, газон). Расчет объемов дождевого стока осуществляется для каждого рода покрытия в отдельности в соответствии с присущим ему коэффициентом стока.

3. В расчетных створах на руслах рек важно определить характеристики гидрологического режима. Расположение расчетных створов должно соответствовать определяющим элементам гидрографической сети города и ее гидролого-экологическим особенностям (устья загрязненных притоков, замыкающие участки рек, зоны влияния выпусков промышленных сточных вод и ливнеспусков, участки активного склонового стока с территории города в пределах речных долин).

При выполнении указанных работ для каждого структурного элемента водно-технической системы в итоге будут получены характеристики стока. Исходя из этих данных, можно будет рекомендовать к проведению мероприятия, снижающие техногенную нагрузку на природные водные объекты и улучшающие состояние как естественных, так и искусственных элементов водно-технической системы.

Речные русла относятся к субаквальным ландшафтам. Их функционирование зависит как от внутриводоемных процессов, так и от поступления веществ сверху - из бассейна реки.

На урбанизированной территории в результате техногенеза значительно изменяется внешний облик русел, их очертания, морфометрические характеристики, состав и состояние донных отложений.

Для оздоровления водных «сосудов» города можно рекомендовать следующие меры:

- проведение инженерных гидрометеорологических и геологических изысканий, позволяющих оценить гидрометеорологические условия территории, водный баланс реки для принятия решений по срокам и технологии очистки ее русла;

- геологические и экологические работы с целью оценки мощности донных отложений и интенсивности их загрязнения, размеров зоны распространения загрязненных грунтов для формулировки решений по объемам, срокам и технологии извлечения донных отложений – источников вторичного загрязнения воды. При этом, отдельно должен решаться такой вопрос, как дальнейшая утилизации извлеченных из рек отложений (расчет оптимальной емкости отстойников, карт намыва, очистка образующегося дренажного стока и т.п.);

- гидробиологические и токсикологические исследования, позволяющие оценить самоочищающую способность водного объекта и необходимость работ по извлечению донных отложений [Веницианов, 2006];

- улучшение проточности речных русел на участках их истощения и обмеления путем грамотной планировки и застройки территории в пределах долин рек, без повреждения верховьев гидрографической сети (засыпка и захламление оврагов, лощин, родников) и при надобности организация берегоукрепления и спрямления участков русел рек;

- предприятиям-водопользователям необходимо со всей серьезностью и ответственностью подходить к разработке проектов нормативов допустимых сбросов (НДС), проводя при этом комплексное обследование гидролого-гидрографических характеристик водного объекта – приемника сточных вод (в т.ч. русловых процессов на участке сброса сточных вод) и с учетом этого подбирать соответствующий метод расчета показателей разбавления сточных вод;

- улучшение состояния супераквальных фаций – пойм рек за счет очистки прибрежных территорий, проведения фитомелиоративных мер на вышележащих элементах речных долин – надпойменных террасах и коренных склонах для снижения миграции загрязняющих веществ.

В речную сеть Ижевска от нескольких городских выпусков осуществляется организованный сброс поверхностного стока. Поэтому стоит подробнее остановиться на данной проблеме. В условиях

сильнейшего воздействия неочищенного поверхностного стока с территории Ижевска на качество речных вод, необходимо стимулирование естественных самоочищающих процессов в водных объектах. При этом обязательно регулярно осуществлять контролирующие меры за состоянием искусственных элементов водно-технической системы города и максимально использовать элементы естественной гидрографической сети как натуральные регуляторы приема и ассимилирования сточных вод:

- принимающая поверхностный сток открытая и закрытая система канализации (бетонные лотки, кюветы, земляные канавы, дождеприемные решетки и колодцы) должна регулярно, перед паводками чиститься, чтобы не создавать возможность локального затопления и загрязнения прилегающей территории. Из малых рек в пределах города наибольший процент открытой сети ливневой канализации имеет бассейн Подборенки и Чемошурки, а закрытые сети канализации более плотно представлены в бассейне Карлутки, поэтому именно в данных речных бассейнах существует наибольшая необходимость в данной работе;

- для рек – приемников активного площадного склонового стока от города Ижевска необходимо предусмотреть комплекс берегозащитных и водоохраных мероприятий, отдавая предпочтение экологическим и эстетическим мероприятиям – закрепление береговой полосы естественными материалами (например, лиственницей), проведение фитомелиорации, создание естественных фильтров, габионных сооружений. Габионные конструкции могут применяться для стабилизации эрозийных процессов любого рода. Устройство габионных сооружений или фитомелиоративных полос наиболее актуально на участках складирования мощных снежных навалов на склонах рек, ведь при весеннем снеготаянии здесь возможно развитие процессов овражной эрозии. Стоит отметить, что наибольшую нагрузку во время весеннего снеготаяния получают реки Карлутка и Подборенка, поэтому в пределах их речных долин осуществлению данных мер надо отдать предпочтение;

- защиту берегов необходимо реализовать и для правобережной части бассейна р. Позимь, в основном в долинах рек Карлутки, Чемошурки, Старковки, Вожойки, где наблюдается рост оврагов и оползневые процессы в условиях активной застройки данных территорий;

- методы организованной системы водостока кажутся несколько утопичными, но принципы их установления и их реализация уже апробированы в нашей стране [Бейербах, 2005].

Суть этих мер следующая: реки, где поверхностный сток формируется в пределах застроенной водосборной площади, взамен естественной системы водоотвода устраивают закрытую сеть городской ливневой канализации, которая должна обеспечить отвод поверхностного стока с площади жилых микрорайонов, а также внутриквартальных и городских проездов. Поверхностный сток из закрытой сети ливневой канализации при этом выпускают в проточные водотоки или специальные береговые каналы, отводящие поверхностный сток для осветления за пределы городской застройки в систему технических водоемов отстойников, из которых осветленный сток поступает в реки.

В случае, когда поверхностный сток формируется в пределах большой водосборной площади, значительно превышающей площадь застраиваемой территории, для организованного приема стока используется низовая часть речного бассейна, а верхняя часть его остается в естественных условиях. Сток, сформированный в пределах площади, расположенной в загородных условиях, пойдет по естественному тальвегу бассейна до границы городской застройки, а далее его пропускают по подземному коллектору до места выпуска в проточный водоток (реку).

Первый рассмотренный случай подходит для водосборов рек Карлутка и Чемошурка. Поверхностный сток с территории водосборов этих рек целесообразно отводить по закрытой сети ливневой канализации в биологические пруды – это небольшие водоемы с естественными процессами самоочищения. В данном случае их можно разместить на надпойменной террасе Позими, естественно за пределами жилой зоны и зоны рекреации.

Второй случай по отведению стока подходит для водосбора реки Пироговки и отчасти для бассейна р. Малиновки. Поверхностный сток водосборного бассейна этих рек начинает формироваться в естественных условиях, за пределами города.

И для того, и для другого случая необходимо оборудовать места выпусков дождевого и талого стока в водоемы с обязательной установкой при этом очистных сооружений, на которых будет собираться весь поверхностный сток и проходить очистку и обеззараживание перед сбросом в водные объекты.

Поскольку поверхностный сток относится к неорганизованному, трудно контролируемому воздействию, как основное водоохранное мероприятие, рекомендовано создание и юридическое

закрепление водоохранных зон для рек города. В Ижевске уже разработаны проекты водоохранных зон для рек Подборенки, Карлутки, ведутся работы по установлению водоохранной зоны Ижевского пруда.

Необходимо начать данную работу и для реки Иж на участке ниже по течению плотины Ижевского пруда, для рек Позимь, Старковка, Чемошурка. Главное в этом вопросе даже не создание водоохранной зоны, а поддержание водоохранного режима в ней и ее обустройство.

Закончить данный раздел хочется обзором основных нормативно-правовых документов, на основании которых должны строиться принципы и схемы осуществления тех или иных мероприятий по защите и охране поверхностных вод:

Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (с изменениями на 29 июля 2017 года);

ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения;

ГОСТ Р 57074-2016 Оценка эффективности водоохранной деятельности. Критерии оценки.

Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты (утв. приказом МПР России от 12 декабря 2007 года N 328).

Методические указания по осуществлению органами государственной власти субъектов Российской Федерации переданного полномочия Российской Федерации по осуществлению мер по охране водных объектов или их частей, находящихся в федеральной собственности и расположенных на территориях субъектов Российской Федерации (утв. Приказом МПР РФ 29 сентября 2010 года N 425).

Правила охраны поверхностных вод (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 5 февраля 2016 года N 79);

Санитарные правила содержания территорий населенных мест;

Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты (Москва, 2015).

Общая схема работ по снижению нагрузки на водные объекты – приемники сточных вод от населенных пунктов и предприятий водопользователей на сегодняшний день заложена в информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям: **ИТС 10-2015** «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений городских округов», **ИТС 8-2015** «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях», **ИТС 22.1-2016** «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения».

Устройство габионных сооружений по берегам рек, позволяющее рассредоточить поверхностный сток от городской территории, снижая его размывающую способность и показатели его загрязнения, регламентировано такими документами как: **ВСН-АПК 2.30.05.001-2003** «Мелиорация. Руководство по защите земель, нарушенных водной эрозией. Габионные конструкции противозрозионных сооружений» и **СТО НОСТРОЙ 2.33.22-2011** «Мелиоративные системы и сооружения. Габионные противозрозионные сооружения. Общие требования по проектированию и строительству».

8.3. Рациональное использование вторичных материальных ресурсов

Отходы производства и потребления образуются в том или ином объеме на любом предприятии и в любом населенном пункте. Задача разумного хозяйственника состоит в минимизации вреда, причиняемого окружающей среде, в сочетании с рациональным вторичным использованием отходов производства и потребления.

Состояние окружающей природной среды – одна из наиболее важных социально-экономических проблем, прямо или косвенно затрагивающих интересы каждого человека. В Удмуртской Республике ежегодно образуется около 1,5 млн. тонн отходов производства и потребления, из которых промышленной переработке подвергается лишь 3-4%, а все остальное вывозится на свалки и полигоны для захоронения. Значительный объем мусора попадает на несанкционированные свалки. По этой причине отходы представляют собой источник загрязнения окружающей среды [Доклад..., 2017].

Согласно Федеральному закону от 29. 12. 2014 года № 458-ФЗ [Федеральный..., 2014] органы местного самоуправления городских округов участвуют в организации деятельности по сбору (в том числе раздельному сбору), транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, захоронению твердых коммунальных отходов (ТКО) на территориях соответствующих городских округов. Ответственными за организацию деятельности по сбору (в том числе раздельному сбору), транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию и захоронению твердых коммунальных отходов в соответствии с Территориальной схемой обращения с отходами на территории поселений, муниципальных районов и городских округов является региональный оператор. Ответственными за организацию учета, производственного контроля и экологически безопасного обращения с промышленными отходами являются хозяйствующие субъекты, которые их образовали и/или приняли в установленном порядке к обращению [Доклад..., 2017].

Собственники твердых коммунальных отходов заключают договор на оказание услуг по обращению с отходами с региональным оператором, в зоне деятельности которого образуются ТКО и находятся места их сбора. Вступление в законную силу Федерального закона от 29. 12. 2014 года № 458-ФЗ с 01. 01. 2018 года позволит организовать экологически безопасное обращение с отходами на территориях муниципальных образований, использовать экономический потенциал вторичного сырья, снижая при этом затраты на утилизацию отходов, количество и объем объектов размещения отходов [Доклад..., 2017].

По результатам проведённого мониторинга движения отходов производства и потребления на территории муниципального образования «Город Ижевск» в 2016 году образовалось 571,8 тыс. тонн отходов (промышленные отходы - 457,6 тыс. тонн, отходы потребления - 114,2 тыс. тонн) [Доклад..., 2017]. При этом общее количество отходов производства и потребления, образовавшихся за 2016 год в целом по Удмуртской Республике, составило 650,926 тыс. тонн [О состоянии..., 2017]. Таким образом, доля отходов от муниципального образования «Город Ижевск» за 2016 год составила 87,8% от общего количества отходов по Удмуртской Республике. То есть решение проблемы утилизации и использования отходов, образующихся в г. Ижевске, позволит почти на 90% решить эту проблему для всей республики.

В таблице 8.3.1 представлена информация по количеству отходов производства и потребления по классам опасности, образовавшихся за 2016 год в целом по Удмуртской Республике [О состоянии..., 2017], и по количеству отходов производства по классам опасности, образовавшихся за 2016 год на территории муниципального образования «Город Ижевск» [Доклад..., 2017]. Обращает на себя внимание преобладающая роль (более 60%) города Ижевска по отходам первого класса опасности (наиболее опасные отходы). По второму и третьему классам опасности доля города Ижевска (от общего объема по Удмуртии) не превышает 10%.

Если говорить о динамике образования отходов производства и потребления в городе Ижевске за период 2003-2016 годов, тут можно заметить общую тенденцию к уменьшению значений (рис. 8.3.1). Объём вовлеченных в хозяйственный оборот для вторичного использования бытовых отходов от населения (физических лиц) по сравнению с 2009 годом значительно вырос, хотя в последние годы значения несколько понизились (рис. 8.3.2).

По данным предприятия ООО «Чистый город», на городской полигон ТБО вывезено 95,8 тыс. тонн отходов, из них от жилого фонда -81,1 тыс. тонн. Динамика размещения отходов на полигоне за период 2003-2016 годов представлена в табл. 8.3.2 и на рис. 8.3.3. Наблюдается снижение значений как для количества промышленных отходов (от предприятий), так и для количества бытовых отходов (от жилого фонда). За период с 2003 по 2016 годы снижение произошло почти в 3 раза: с 285,1 до 95,8 тыс. тонн. Снижение показателей для жилого фонда произошло в 1,87 раза, для предприятий – в 9 раз.

Таблица 8.3.1

Количество отходов производства и потребления I-III класса опасности по УР и на территории г. Ижевска, образовавшихся за 2016 год

Класс опасности отходов для окружающей природной среды	Количество отходов производства и потребления по классам опасности по УР тыс. тонн	Количество отходов производства по классам опасности на территории г. Ижевска, тыс. тонн	Доля отходов от г. Ижевска от общего количества отходов по УР, %
1	2	3	4
I класс опасности	0,079	0,048	60,75
II класс опасности	4,125	0,046	1,12
III класс опасности	36,173	3,238	8,95

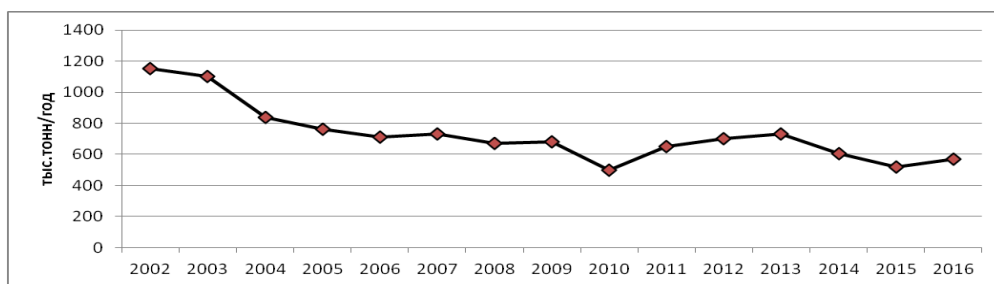


Рис. 8.3.1. Динамика образования отходов производства и потребления в городе Ижевске за период 2002-2016 годы [Доклад..., 2017]

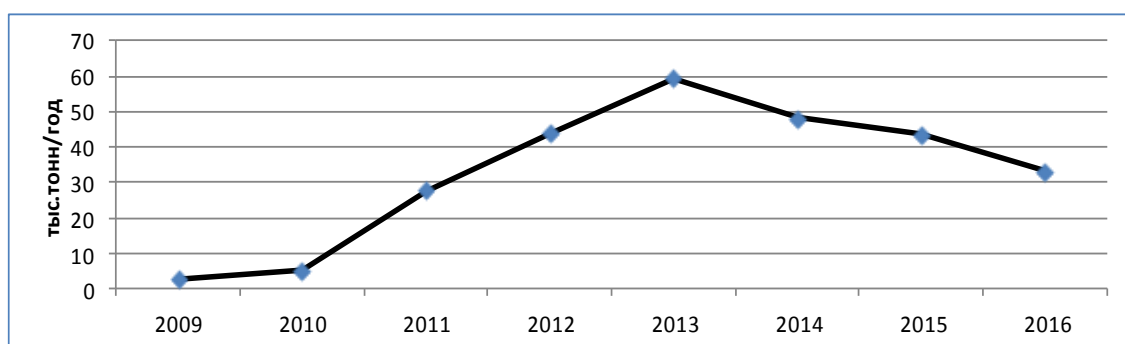


Рис. 8.3.2. Динамика вовлечения в хозяйственный оборот бытовых отходов за период 2009-2016 годов [Доклад... в Ижевске.,2017]

Управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации города Ижевска систематизированы сведения об образовании и движении отходов 165 крупнейших предприятий города Ижевска и их филиалов.

В 2016 году на предприятиях города образовалось 457,6 тыс. тонн отходов. Все образовавшиеся отходы перерабатываются, используются на собственном предприятии или передаются как вторичное сырье на другие предприятия, обезвреживаются, временно размещаются на предприятиях, поступают в искусственные сборники (иловые площадки, пруды-накопители), в шламонакопители, в шлакоотвалы, вывозятся на полигон твердых бытовых отходов (ТБО) [Доклад..., 2017].

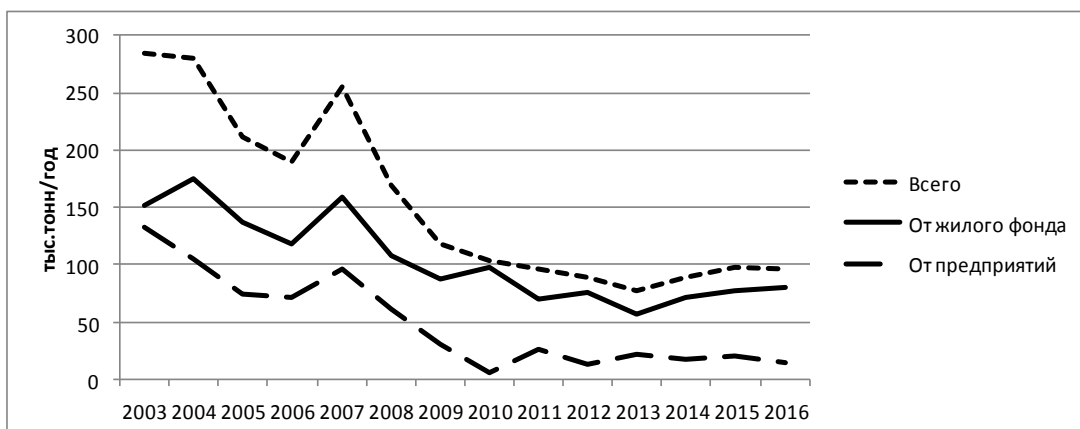


Рис. 8.3.3. Динамика размещения промышленных и бытовых отходов муниципального образования «Город Ижевск» на полигоне ТБО за период 2003-2016 годов [Доклад... в Ижевске.,2017].

Таблица 8.3.2

Динамика размещения отходов муниципального образования «Город Ижевск» на полигоне ТБО за период 2003-2016 годы, тыс. тонн [Доклад... в Ижевске., 2017]

Источник образования отходов	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008г.	2009 г.	2010г.	2011г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г
ВСЕГО	85,1	79,3	11,1	89,6	55,7	69,0	18,1	03,4	5,9	8,6	8,0	8,9	7,4	95,8
от жилого фонда	51,9	74,7	36,5	18,2	59,4	67,3	7,7	7,6	0,1	5,8	6,4	1,7	7,1	81,1
от предприятий	33,2	04,6	4,6	1,4	6,3	1,7	0,4	0,8	5,8	2,8	1,6	7,2	0,3	14,7

Специализированные организации г. Ижевска имеют лицензии на вид деятельности по обезвреживанию и размещению отходов I-IV класса опасности. В таблице 8.3.3 приведен перечень организаций г. Ижевска, осуществляющих деятельность по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов (по данным Управления Росприроднадзора по УР).

Таблица 8.3.3

Перечень организаций г. Ижевска, осуществляющих деятельность по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов в 2016 году

№ п/п	Наименование организации, почтовый адрес	Вид деятельности
1	2	3
1	ОАО «Ижсталь» 426000, УР, г. Ижевск, ул. Новоажимова, д. 6	Обработка, утилизация обезвреживание
2	ООО «Аврора» 426033, УР, г. Ижевск, ул. 30 лет Победы, 20, офис 1	Утилизация
3	ООО «Удмуртвторресурс» 426003, УР, г. Ижевск. Ул. Карла Маркса, 130	Обработка, утилизация обезвреживание
4	ООО «КБ «Экология» 426063, УР, г. Ижевск, ул. Мельничная, дом 1	Обработка, утилизация обезвреживание
5	ООО «Нефтетрубопроводсервис» 426039, УР, г. Ижевск, ул. Новосмирновская, 3	Обезвреживание
6	ООО «Мусороперерабатывающий завод «Удмуртвторресурс» 426039, УР, г. Ижевск, ул. Воткинское шоссе, 298, литер к.2, офис 2	Обработка, утилизация обезвреживание

В таблице 8.3.4 приведены организации г. Ижевска, осуществляющие вывоз и захоронение отходов на полигонах и соответствующие действующие объекты захоронения отходов на территории республики [О состоянии..., 2017].

Хранение отходов промышленных предприятий осуществляется на специально оборудованных для этого сооружениях – шламохранилищах, золоотвалах и т.д. на территории г. Ижевска.

В таблице 8.3.5 приведен перечень мест хранения промышленных отходов на территории г. Ижевска в 2016 году [О состоянии..., 2017].

Структура деятельности по обращению с отходами производства на территории г. Ижевска в 2016 году (с учетом поступления отходов от населения и вовлечения в хозяйственный оборот ранее накопленных отходов) отражена в таблице 8.3.6 и на рисунке 8.3.4. Основную часть составляет категория «Использование отходов на собственном предприятии», что является безусловным плюсом как в экологическом, так и в экономическом отношении. Вторая по объему часть – передача отходов специализированным организациям для использования – по сути аналогична первой, отходы не оказывают негативного воздействия на окружающую среду, не занимают площадей для захоронения, они используются и приносят экономическую выгоду. Остальные категории составляют те отходы, которые при существующем уровне технологий не могут быть рентабельно использованы, что, возможно, со временем изменится.

Таблица 8.3.4

Перечень организаций г. Ижевска, осуществляющих деятельность по вывозу и захоронению отходов, и соответствующие объекты захоронения отходов, действующие на территории Удмуртской Республики в 2016 году [О состоянии..., 2017]

№ п/п	Наименование организации, юридический адрес	Местоположение
1	2	3
Действующие объекты		
1	ООО «Чистый город» 426003, УР, г. Ижевск ул. Карла Маркса, д. 23	МО «Завьяловский район», 31 км Нылгинского тракта
2	ООО «Спецэкосервис» 426003, УР, г. Ижевск, ул. К. Маркса, д. 130	В 7,6 км на юго-восток от с. Якшур-Бодья Якшур-Бодьинского района УР

Таблица 8.3.5

Перечень мест хранения промышленных отходов на территории г. Ижевска в 2016 году [О состоянии..., 2017]

№ п/п	Наименование объекта размещения отходов	Наименование эксплуатирующей организации, юридический адрес
1	2	3
1	Шламохранилище	ОАО «Ижсталь» 426006, УР, г. Ижевск, ул. Новоажимова, д. 6
2	Золошлакоотвал	Филиал «Удмуртский» ПАО «Т Плюс» Ижевская ТЭЦ-2 143421, Московская обл., Красногорский район, автодорога «Балтия», БЦ «Рига-Ленд», строение 3
3	Золошламоотвал	Филиал ОАО «ТГК № 5» «Удмуртский» Ижевская ТЭЦ-1 614990, г. Пермь, ул. Комсомольский проспект, д. 48
4	Площадка для складирования сухого осадка	МУП г. Ижевска «Ижводоканал» 426039, УР, г. Ижевск, ул. Воткинское шоссе, д. 204

Таблица 8.3.6

Структура деятельности по обращению с отходами производства на территории г. Ижевска в 2016 году, тыс. тонн [Доклад..., 2017]

	Вид обращения с отходами	Количество отходов, тыс. тонн
	использование отходов на собственном предприятии	303,0
	обезвреживание на собственном предприятии	2,5
	передача отходов специализированным организациям:	
	• для использования	116,2
	• для обезвреживания	2,3
	• для захоронения (полигон ТБО)	14,7
	хранение на собственном предприятии	51,4
	захоронение на собственном предприятии	0,3

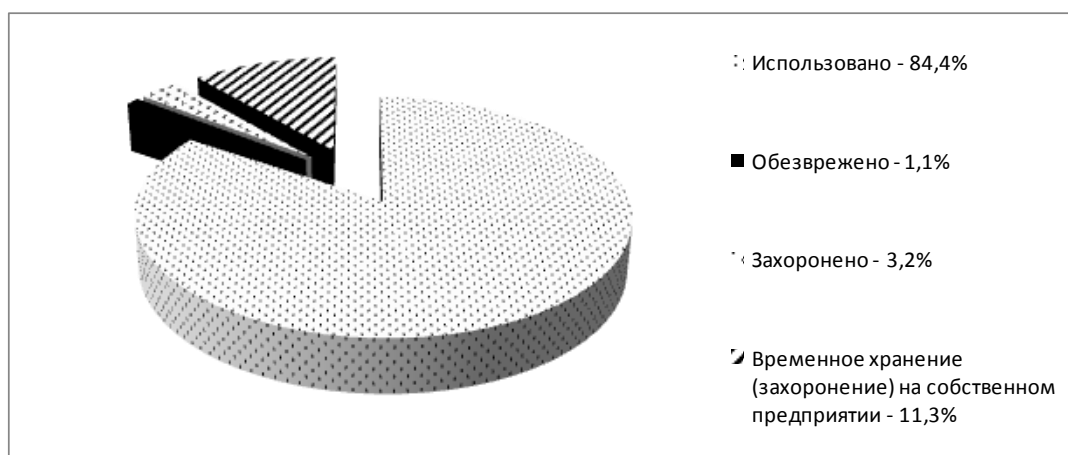


Рис.8.3.4. Структура деятельности по обращению с отходами производства на территории г. Ижевска в 2016 году [Доклад..., 2017]

В 2016 году получила дальнейшее развитие система раздельного сбора твердых коммунальных отходов многоквартирных жилых домов. Количество контейнеров увеличилось со 184 до 1016. По результатам проведенного мониторинга собрано и направлено для вторичного использования 719,7 тонн отходов (в 2015 году - 663,2 тонн), в том числе: отходы полимерных материалов («ПЭТ», пленка) -159,4 тонн; отходы стекла -22,0 тонны; макулатура-298,3 тонн; прочие - 240,0 тонн [Доклад..., 2017]. Структура собранных отходов отражена на рисунке 8.3.5.

Актуальной проблемой остается сокращение объема накопленных и вновь образованных отходов путем вовлечения их в хозяйственный оборот, внедрение и совершенствование технологий по их переработке, вторичному использованию (рециклинг, регенерация, рекуперация). По результатам мониторинга движения отходов производства и потребления на территории муниципального образования «город Ижевск» установлено:

- увеличение общей массы промышленных отходов, использованных вторично, по отношению к 2015 году на 75,3 тыс.т. (19,5%) при относительном увеличении общей массы образовавшихся промышленных отходов на 59,1 тыс.т. (12,9%);

- доля общей массы вторично используемых промышленных отходов (процент переработки, использования) составила 84,4% (80,6% - в 2008 году, 82,3% - в 2009 году, 68,5% - в 2010 году, 95,1% - в 2011 году, 94,3% - в 2012 году, 77,4 % - в 2013 году; 68,4% - в 2014 году, 78,1% - в 2015 году);

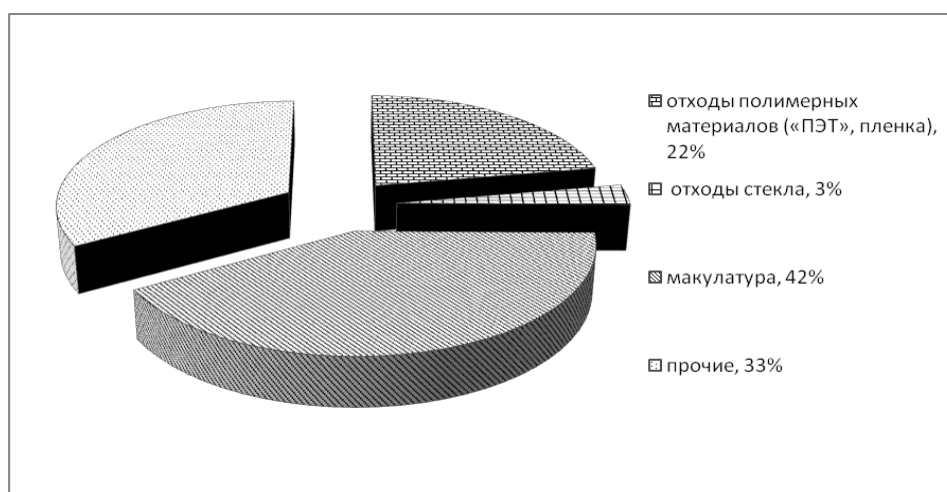


Рис. 8.3.5. Количество отходов, собранных по системе раздельного сбора твердых коммунальных отходов многоквартирных жилых домов на территории г. Ижевска в 2016 году, %

-объём вовлечённых в хозяйственный оборот для вторичного использования бытовых отходов составил 33,1 тыс.т. (2,7 тыс.т. - в 2009 году; 5,0 тыс.т. - в 2010 году; 27,7 тыс.т. - в 2011 году; 43,8 тыс.т. - в 2012 году; 59,5 тыс.т. - в 2013 году; 48,2 тыс.т. - в 2014 году; 43,6 тыс.т. - в 2015 году) [Доклад..., 2017].

8.4. Особо охраняемые природные территории города Ижевск

В связи с высокой хозяйственной освоенностью Удмуртии на ее территории в настоящее время практически не осталось ненарушенных экосистем. Все лесные массивы находятся на той или иной стадии восстановительной или, напротив, дигрессивной сукцессии, изменен гидрологический режим в большинстве болотных и пойменных экосистем, первоочередным рубкам подвергаются полновозрастные (т.е. перестойные) лесные массивы. Поэтому, одной из важнейших задач при обосновании и организации региональной сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) является создание предпосылок для сглаживания негативного влияния на природную среду хозяйственной деятельности, сохранение относительно слабо нарушенных или близких к восстановлению экосистем, живописных и рекреационно-ценных ландшафтов (особенно в долинах крупных и средних рек), что, в конечном счете, является необходимым условием для стабильного и устойчивого развития Удмуртской Республики как административной единицы в целом.

На территории Удмуртской Республики 25 октября 2016 года был принят Государственным Советом Удмуртской Республики Закон Удмуртской Республики «Об особо охраняемых природных территориях регионального и местного значения на территории Удмуртской Республики». В нем, наряду с установленными статьёй 2 ФЗ - № 33 «Об особо охраняемых природных территориях», приняты категории ООПТ местного значения. К одной из них относятся охраняемые природные комплексы (ОПК): эталонные участки растительного покрова, городские леса, парки, аллеи; места произрастания, обитания ценных, реликтовых, малочисленных, редких, исчезающих видов растений, животных; участки леса, особо ценные по своим характеристикам; природные объекты, играющие важную роль в поддержании гидрологического режима; уникальные формы рельефа, связанные с ними природные ландшафты.

Территория г. Ижевска и его окрестностей не является исключением и имеет антропогенно измененный ландшафт, как и другие крупные промышленные центры европейской части России. Их характеризует давняя история освоения и эксплуатации природных ресурсов для нужд промышленного и сельскохозяйственного производства.

Поэтому все, без исключения, природоохранные объекты в городе, представлены вторичными лесами, сохранившимися в городской черте за счет архитектурно-планировочных решений и ландшафтных особенностей местности.

Со времен Петра Первого, государство уделяло много внимания сохранению заповедных лесов, необходимых для судостроения, оружейного производства и др. [Шибяев, 2001; Рохленко, 2003]. В то же время, энергетика металлургического производства восточного Предуралья второй половины XVIII - XIX века опиралась исключительно на древесный уголь. Его заготовка предполагала сведение лесов на значительных площадях в окрестностях заводов, каковой и имелся в Ижевском поселке. Оружейное производство, законодательно ограничивающее сведение окрестных лесов, появилось значительно позже (в начале XIX века), когда большинство лесов вокруг Ижевска уже было вырублено.

Современная схема ООПТ в УР и г. Ижевска начала формироваться в 1990-е годы. Этому предшествовала большая организационная работа Всероссийского общества охраны природы, Министерства лесного хозяйства УР, краеведов, музейных работников и других категорий населения Удмуртии по выявлению и постановке на учет природных достопримечательностей Удмуртии. Чуть позже, проведя инвентаризацию выявленных памятников природы А.Г. Илларионов совместно с Всероссийским обществом охраны природы в 1990 г. издает каталог «Природных достопримечательностей Удмуртии», содержащий описание 214 объектов, подлежащих охране в республике.

В 1995 г. в Совет Министров УР была вынесена на обсуждение научно обоснованная схема сети особо охраняемых природных территорий Удмуртии. По результатам обсуждения 18 декабря 1995 г. Правительством УР принято постановление за № 377 «О схеме особо охраняемых природных территорий Удмуртской Республики», которое содержало описание 349 объектов, послуживших

основой зарождающейся системе ООПТ в республике. В частности, эта схема предусматривала выделение в Ижевске 15 объектов [Особо..., 2002]. Ряд памятников природы имеющих лечебно-оздоровительное значение (7 объектов) и 2 объекта ресурсосберегающего, научно-познавательного, рекреационно-оздоровительного профиля к этому периоду уже значились в ранге существующих, так как имелись соответствующие постановления Совета министров УР и Российской Федерации. В ранге рекомендованных к охране объектов значились только родники (табл.8.4.1).

В 2009 году под руководством О.Г. Барановой учеными Удмуртского университета в г. Ижевске была проведена переинвентаризация ООПТ по заданию Министерства природных ресурсов и охране окружающей среды УР. В частности были изучены территории всех ранее существовавших и рекомендованных к охране объектов, посещены все интересные в ландшафтном отношении территории. Научно-исследовательские работы по переинвентаризации ООПТ показали, что часть территорий в настоящее время не имеет объектов для охраны и их нельзя рассматривать в ранге ООПТ. Для целого ряда территорий, нуждающихся в заповедовании, пересмотрены границы и изменена площадь. Например, памятниками природы были объявлены урочища рек Карлутка и Подборенка, но точной дислокации объектов при этом не было. Поэтому нами были изучены окрестности вдоль данных водных объектов и установлено, что объекты для охраны здесь есть только в нижнем течение р. Карлутки.

Таблица 8.4.1

Локальная сеть ООПТ г. Ижевска на 18. 12.1995 г.

Название ООПТ	Площадь (га)	Обоснование сохранения природной достопримечательности	Современное состояние
Существующие			
Санаторий «Металлург»	20,2	Лечебно-оздоровительный	Исключен (Постановление правительства УР № 354)
Урочище «Карлутка»		Ресурсосберегающий, научно-познавательный рекреационно-оздоровительный объект	-"-"-"-"-"-"
Урочище «Подборенка»		-"-"-"-"-"-"	-"-"-"-"-"-"
Минеральные источники «Шипучие»	0,1	Лечебно-оздоровительный	-"-"-"-"-"-"
Минеральный источник «Кристалльный»	0,1	-"-"-"-"-"-"	-"-"-"-"-"-"
Минеральные источники «Целебные»	0,2	-"-"-"-"-"-"	-"-"-"-"-"-"
Минеральные источники «Светлые»	0,1	-"-"-"-"-"-"	-"-"-"-"-"-"
Минеральные грязи «Позимь»	1,2	-"-"-"-"-"-"	-"-"-"-"-"-"
Дом отдыха «Машиностроитель»	9,4	Лечебно-оздоровительный	-"-"-"-"-"-"
Рекомендуемые			
Родник «Важнин ключ»	0,01	Ресурсосберегающий объект	Рекомендован как ОПК «Важнин ключ»
Родник «Италмас»	0,01	-"-"-"-"-"-"	Исключен (Постановление правительства УР № 354)
Родник «Школьный»	0,01	-"-"-"-"-"-"	Рекомендован как ОПК «Важнин ключ»
Родник «Припрудный»	0,01	-"-"-"-"-"-"	Исключен (Постановление правительства УР № 354)
Родник «Чистый»	0,01	-"-"-"-"-"-"	-"-"-"-"-"-"
Родник «Первомайский»	0,01	-"-"-"-"-"-"	-"-"-"-"-"-"

В результате проведения данных работ учеными университета была рекомендована локальная сеть ООПТ г. Ижевска из 9 ООПТ [Редкие..., 2011]. Причем было указано, что 7 ООПТ должны иметь республиканский и 2 – местный ранг подчинения. 7 ООПТ города отнесены в категорию памятников природы, 1 – ботанический сад и 1 – лечебно-оздоровительная местность. По видовому отношению ООПТ г. Ижевска были распределены следующим образом: 2 – гидрологических, 5 – комплексных, 1 – ботанический, 1- лечебно-оздоровительная местность.

В связи с тем, что в федеральном законе об ООПТ были приняты изменения, исключающие из категории ООПТ лечебно-оздоровительные местности, в городе Ижевске они также были исключены Постановлением Правительства Удмуртской Республики от 05 августа 2013 года № 354 “Об утверждении Схемы развития и размещения особо охраняемых природных территорий регионального значения, расположенных на территории города Ижевска, и о внесении изменений в некоторые нормативные правовые акты Совета Министров Удмуртской АССР и Правительства Удмуртской Республики”, в это же Постановление вошла и часть ООПТ, рекомендованных учеными в 2009 г.

В 2017 г. под руководством О.Г. Барановой учеными Удмуртского университета в г. Ижевске были проведены научно-исследовательские работы по выявлению ООПТ местного значения. В итоге этих работ в целом сложилась локальная сеть ООПТ г. Ижевска и в таблице 8.4.2 показано как количественно и качественно предлагается изменить число ООПТ в Ижевске.

Сформированная на сегодняшний день схема ООПТ г. Ижевска опирается на исторически сложившуюся систему городских зеленых насаждений, границы которых определялись путем административных решений («Дендропарк Русский огород», «Лесопарк на Ракетной» и др.), либо охватывают территории, проблематичные для освоения (склоны речных долин и балок) (рис.8.4.1).

В рельефном отношении территории города достаточно неоднородна. Рельеф г. Ижевска А.Г.Илларионов [Илларионов, 1998] делит на три геоморфологических района, существенно отличающихся друг от друга по характеру строения, специфике экзодинамических рельефообразующих процессов и геодинамическому типу ландшафта:

1) Левобережный, преимущественно возвышенный, наиболее освоенный район. Здесь расположено большинство ООПТ г. Ижевска: «Урочище Пазелинское»; частично «Урочище «Колтоминский бор», «Важнин ключ», «Дендропарк Русский огород»; «Урочище Чемошурское»; «Ярушкинский парк».

2) Ижевский, или Низинный, преимущественно гидроморфный низинный, частично занятый прудом район. Здесь располагаются ООПТ: «Урочище «Верховья Ижевского пруда», «Юровской мыс», частично «Урочище Колтоминский бор», «Лесопарк на Ракетной».

3) Правобережный, возвышенный, представлен преимущественно малоэтажной застройкой пригородного типа район. Район не имеет ООПТ.

В ключе современных представлений рельеф г. Ижевска и его окрестностей представлен фрагментами относительно плоских, или слабо всхолмленных субгоризонтальных денудационных и структурно-денудационных поверхностей выравнивания, заложившихся в плиоцене, сформировавшихся в течение длительного размыва, продолжившегося в период плейстоценовой перигляциальной планации, разделенных долиной р. Иж и ее притоков [Илларионов, 1998].

Таблица 8.4.2

Перечень природных комплексов и объектов, рекомендованных в новую локальную сеть ООПТ г. Ижевска (на 1. 12. 2017 г.)

№№	Название ООПТ	Площадь, га	Рекомендации
Республиканского значения			
1	Урочище «Верховья Ижевского пруда»	266,6	Планируемый (Постановление правительства УР № 354 от 5.08.2013)
2	Юровский мыс	107,0	Планируемый (Постановление правительства УР № 354 от 5.08.2013)
3	Урочище «Колтоминский бор»	227,6	Планируемый (Постановление правительства УР № 354 от 5.08.2013)
3	Урочище Пазелинское	44,4	Планируемый (Постановление правительства УР № 354 от 5.08.2013)
5	Учебный Ботанический сад Удмуртского университета	41,2	Рекомендовано учеными УдГУ
6	Урочище Карлутское	133,0	Рекомендовано учеными УдГУ
Местного значения			
7	Важнин ключ	2,8	Рекомендовано учеными УдГУ
8	Дендропарк Русский огород	10,9	Рекомендовано учеными УдГУ
9	Урочище Чемошурское	6,2	Рекомендовано учеными УдГУ
10	Ярушкинский парк	14,2	Рекомендовано учеными УдГУ
11	Лесопарк на Ракетной	37,8	Рекомендовано учеными УдГУ
	Итого	891,7	

Наивысшая отметка в контурах земель муниципального образования 208,6 м (ул. Васнецова, СНТ «Восточный - 4»), в пределах перечисленных ООПТ, - 192 м (г. Колтома, «Урочище Колтоминский бор»). Минимальные отметки привязаны к южным границам, к руслу р. Иж (84 м). Для ООПТ «Урочище «Верховья Ижевского пруда», «Юровской мыс», «Урочище Колтоминский бор») минимальные отметки связаны с верхним бьефом Ижевского пруда (98,5 м). Амплитуда высот в целом составляет около 110 м. По отдельным комплексам меняется в диапазоне от 2 м («Дендропарк Русский огород») до 110 м («Урочище Колтоминский бор»).

В целом, из предложенных объектов исключительно водораздельное положение занимает только ОПК «Дендропарк Русский огород», его территория отличается относительно ровным слегка наклонным (не более 2°) рельефом.

Приводораздельные склоны и долины малых рек занимают ООПТ «Урочище Колтоминский бор», «Важнин ключ», «Лесопарк на Ракетной», «Ярушкинский парк», два кластера «Урочища Чемошурское». Здесь, за исключением «Лесопарка на Ракетной» преобладают значительно расчлененный рельеф балочных комплексов в сочетании со сглаженными приводораздельными склонами.

ООПТ «Урочище Верховья Ижевского пруда», «Юровской мыс», «Урочище Пазелинское» занимают низинное положение в днищах речных долин, ограниченные поймой и надпойменными террасами.

Ниже дана краткая характеристика природной ценности каждой рекомендуемой ООПТ г. Ижевска.

Памятник природы «Урочище «Верховья Ижевского пруда». Памятник природы республиканского значения расположен в северо-западной части г. Ижевск, в составе кадастровых кварталов с номерами 18:26:010323, 18:26:040235, в пределах водоохраной и лесопарковой зоны в верховьях Ижевского пруда, в окрестностях пос. Воложка (рис. 8.4.1). Рекомендованная под охрану площадь около 266,6 га занимает заболоченную пойму р. Иж в зоне выклинивания подпора Ижевского пруда. Южная граница памятника проведена по мосту через верховья пруда в пос. Воложка, а северная – по дорожному полотну на мосту через р. Иж и объездной дороге.

Главная цель охранных мероприятий на территории данного комплексного памятника природы: сохранение специфического биоценоза с водным и болотным комплексом видов растений и животных, имеющего средообразующее, ресурсосберегающее и научно-познавательное значение.

Гидрографическая сеть в пределах рассматриваемой территории представлена верховьями Ижевского пруда. Акватория его отличается значительной заболоченностью, многочисленными протоками между сплавидами с застойным водным режимом.

На данной территории представлены пойменные луга и низинные болота, достаточно типичные для всей территории республики. На водной поверхности пруда большое разнообразие ассоциаций водной растительности, так как данная часть пруда достаточно сильно заросла водными макрофитами. Видовое разнообразие растений памятника природы невысокое, но большинство видов является достаточно редкими на территории Удмуртии. Здесь было отмечено 174 видов сосудистых растений из 108 родов и 57 семейств, что составляет около 15% от общего числа видов флоры республики [Баранова, Пузырев, 2012].

На данной территории Ю.А. Тюлькиным с коллегами установлено чрезвычайно высокое видовое разнообразие птиц, чему способствует наличие высокой степени зарастания водной поверхности пруда, наличием кустарниковой растительности и других биотопов. В ходе обследований «краснокнижных» видов растений здесь не обнаружено, зато выявлено 8 видов животных, внесенных в Красную книгу УР [Красная..., 2012; Редкие..., 2011].

Специальных мер охраны редких и исчезающих видов животных и растений на данном объекте не предусматривается. Рекомендации общего характера заключаются в ограничении степени хозяйственного воздействия человека на данную территорию (предотвращение мелиоративных работ, сохранение окружающих лесных массивов).

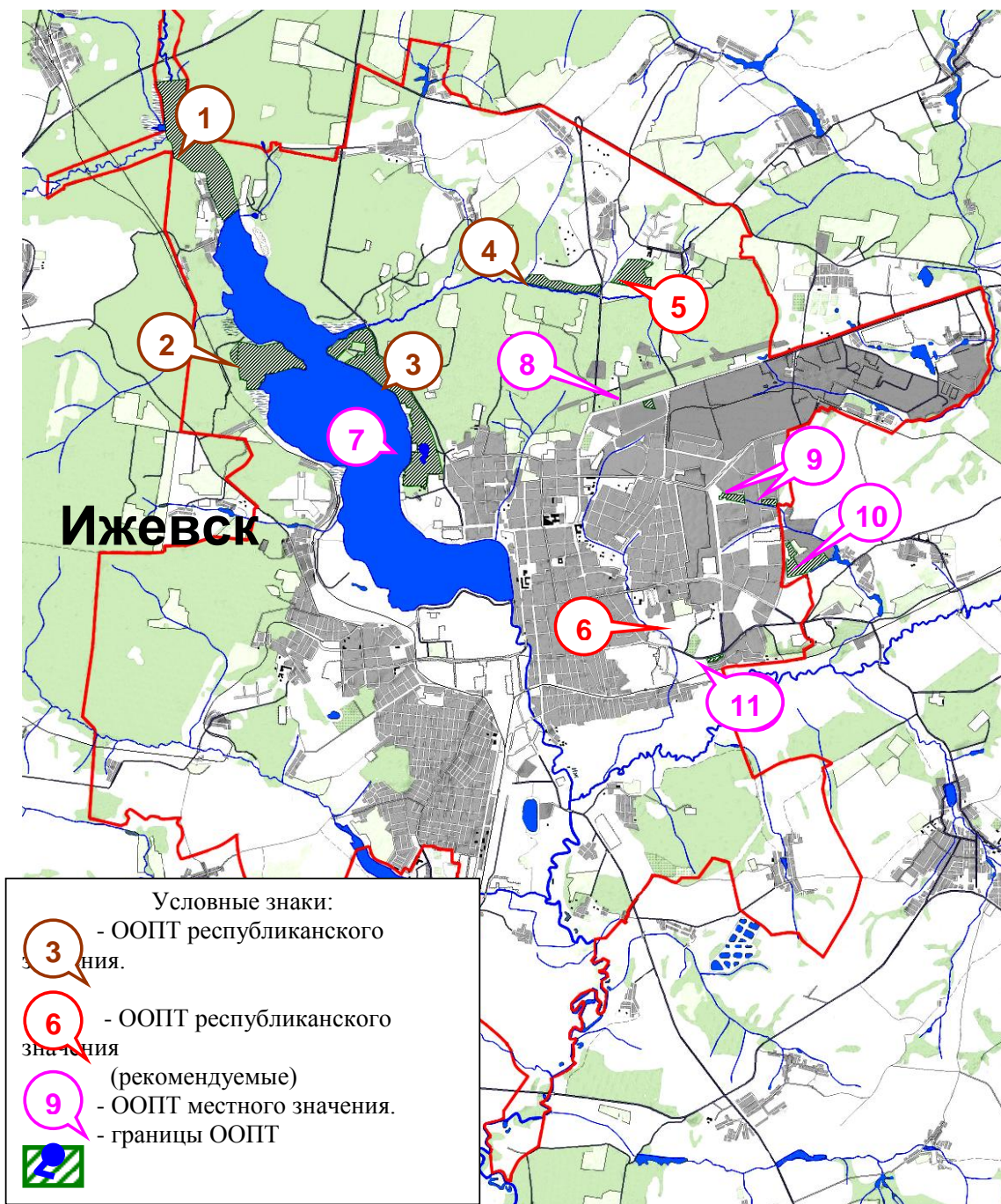


Рис. 8.4.1. Схема планируемых природных комплексов и объектов, рекомендованных в новую локальную сеть ООПТ г. Ижевска (на 1.12.2017 г.)

Примечание. Номера ООПТ как в таблице 8.4.2.

Памятник природы «Урочище «Колтоминский бор». Расположен в северо-западной части г. Ижевска, в составе кадастровых кварталов с номерами 18:26:010062 и 18:26:010067, в пределах водоохраной и лесопарковой зоны средней части левого побережья Ижевского пруда, между парком им. Кирова и устьем р. Пазелинка. Выделяемая территория занимает левый крутой коренной склон долины р. Иж (Ижевского пруда), рассеченного овражно-балочными эрозионными врезам (рис. 8.4.1). Территория, выделяемая под памятник, площадью около 227,6 га. Границы памятника на севере определяются береговой линией залива р. Пазелинка, на западе - береговой линией Ижевского

пруда. В районе Очистных сооружений граница от берега поднимается вверх по склону вдоль кромки лесного массива, далее по границе жилого сектора до пересечения с просекой. Отсюда по просеке выходит на Якшур-Бодьинский тракт, отрезает земли автозаправки и на пересечении с р. Пазелинка замыкает контуры границ памятника.

Это комплексный памятник природы, функциональное назначение которого – средоформирующее, ресурсоохранное, научно-познавательное, рекреационное, охрана редких элементов биоты. Основная цель природоохранных мероприятий на данной территории – сохранение флоры и фауны склоновых лесов, характеризующихся наличием старовозрастных особей липы и сосны [Редкие..., 2011].

Гидрографическая сеть в пределах рассматриваемой территории представлена заболоченной тростниково-осоковой береговой зоной Ижевского пруда в пограничной зоне между верхней и средней частью его акватории.

Растительность памятника природы представлена преимущественно различными вариантами сосняков разнотравных, липовых и мелколиственных лесов с вкраплением ельников сложных. Флора территории памятника природы не богата. На её территории обнаружено 209 видов сосудистых растений из 129 родов и 56 семейств, что составляет 20,0% от общего количества аборигенных видов растений во флоре Удмуртской Республики [Баранова, Пузырев, 2012]. Данное обстоятельство обусловлено тем, что на данной территории представлены преимущественно лесные комплексы с участием широколиственных пород, отличающиеся небольшим видовым разнообразием.

На территории памятника природы отмечен лишь 1 вид Красной книги Удмуртии – лилия саранка [Редкие..., 2011; Красная..., 2012]. Ранее здесь был отмечен вид Красной книги России [Красная..., 2008] – калипсо луковичная, который в настоящее время на данной территории исчез. Также не выявлен в последние годы и «краснокнижный» вид – вероника ненастоящая, отмечавшийся здесь ранее.

Общие рекомендации по организации природоохранной деятельности: регламентирование рекреационной нагрузки с установлением информационных щитов и аншлагов, ограничение хозяйственного воздействия, запрет сбора растений и отлова животных.

Памятник природы «Юровский мыс». Расположен в западной части г. Ижевска, в составе кадастрового квартала с номером 18:26:040604 в пределах водоохранной и лесопарковой зон в верховьях Ижевского пруда, напротив устья р. Пазелинка. Территория, выделяемая под памятник, занимает заболоченное побережье пруда, представленное фрагментом выположенного правого склона р. Иж (рис. 8.4.1).

Территория, выделяемая под памятник, площадью около 107 га. Границы памятника на севере определяются постройками в пределах пристани «Юровской мыс». На западе рубеж проведен вдоль кромки болота до пересечения с ручьем без названия и далее по ручью до его устья. Здесь граница принимает северное направление и вдоль береговой линии огибает мыс, замыкая контуры границ памятника. В юго-западной части к сухопутному участку памятника предлагается прирезать часть акватории пруда в пределах Юровского залива.

Уникальный флористический комплекс сплавин с примыкающими старо-возрастными лесными участками из липы, имеющий ценные ресурсы клюквы болотной и 8 локальных популяций редких и исчезающих видов растений, внесенных в Красную книгу УР [Красная..., 2012], являющихся объектами охраны на данной территории. Функциональное назначение памятника природы – средообразующее, ресурсоохранное, научно-познавательное, место сохранения редких видов биоты [Редкие..., 2011].

Основными типам растительности на территории памятника являются лесные, луговые и болотные сообщества. Лесная растительность представлена преимущественно липняком снытевым. Возраст леса около 80 лет. На территории памятника встречаются также заболоченные лесные участки, образованные в древостое ольхой клейкой, березой пушистой. На территории памятника встречаются заболоченные луга, представленные разнотравно-осоковыми ассоциациями. Пушицево-сфагновые болотные сообщества сформированы на сплавине Ижевского пруда и имеют наибольшее количество редких «краснокнижных» видов растений. Здесь произрастают 8 редких и исчезающих видов растений, занесенных в Красную книгу УР [Красная..., 2012] – хаммарбия болотная (в Удмуртии ранее была отмечена только в двух районах), пушица изящная, шейхцерия болотная, осока плетобразующая, осока топяная и дремлик болотный, роснянка круглолистная, мытник скипетровидный. Интересно отметить, что пушица изящная, найденная в 2009 году на сплавине, отмечалась в г. Ижевске только в 1920-х годах и считалась исчезающим видом. Единичные

местонахождения в г. Ижевске на этой территории имеет и еще ряд видов – клюква болотная, ива филиколистная, осока заливаемая и другие виды. Всего же здесь было отмечено 211 видов сосудистых растений из 121 рода и 56 семейств. Территория памятника природы незначительна по площади и на ней располагается участок старовозрастного липового леса и участок сплавины. Оба эти обстоятельства отражаются на невысоком видовом разнообразии памятника природы. Несмотря на кажущуюся бедность, эта территория очень интересна с ботанической точки зрения, так как представленный здесь комплекс видов является достаточно редким для территории республики в целом и отмечен единично в г. Ижевске.

Фауна данной территории достаточно типична для подобного рода территорий и во время проведенных в 2009 году исследований здесь не выявлено редких видов животных.

Памятник природы «Урочище Пазелинское». Территория, выделяемая под памятник, располагается в составе кадастровых кварталов с номерами 18:26:010069, 18:26:010408, в пределах лесопарковой зоны у южных границ коттеджного поселка Сосновый бор. Выделяемая территория (44,4 га) занимает пойму и нижнюю часть правого коренного склона р. Пазелинка (рис.8.4.1). Южная граница памятника очерчена руслом реки Пазелинка от ее пересечения со Славянским шоссе и далее до устья р. Орловка. Далее она идет вдоль верхней кромки пойменно-долинных лесов и замыкает контуры границ выделяемого памятника.

Основная цель природоохранных мероприятий на территории памятника природы – сохранение уникального комплекса переходных болот с редкими элементами биоты. Функциональное назначение памятника природы – ресурсоохранное, мониторинговое, научно-познавательное [Редкие..., 2011].

Гидрографическая сеть в пределах рассматриваемой территории представлена верховьями р. Пазелинка. Река Пазелинка берет начало на северной окраине города в окрестностях 1-й Республиканской клинической больницы. Это верховья типичной малой реки со средним уклоном 5,8 м/км, шириной русла от 0,9 до 1,5 м и максимальными глубинами не более 0,5 м. Скорость течения в межень не превышает 0,3 м/с.

На территории памятника преобладает лесная растительность, представленная пойменными сероольховыми и черноольховыми ассоциациями, небольшими участками заболоченных елово-березовых лесов и болот. Территория памятника природы имеет комплекс лесных видов и видов лесных низинных и переходных болот. Видовое разнообразие памятника природы высокое. Здесь было отмечено 333 вида сосудистых растений из 189 родов и 66 семейств, что составляет около 35 % от общего числа видов флоры республики, что указывает на высокое флористическое богатство данной территории.

На данной территории отмечено произрастание 4 редких видов Красной книги Удмуртии [Красная..., 2012] и 1 вида – башмачок настоящий – Красной книги РФ [Красная..., 2008]. Все они имеют 3-ю категорию редкости в Красной книге УР (бузульник сибирский, осока волосовидная, калипсо луковичная и башмачок настоящий).

Видовое разнообразие животных территории памятника природы относительно бедно. В ходе полевых исследований на его территории не обнаружено редких видов.

К территории памятника природы примыкает ГУЧ УР "Республиканский стрелково-спортивный комплекс имени генерал-майора Демидова А.М."). На его территории в сосновом лесу отмечено единственное сохранившееся местопроизрастание калипсы луковичной в г. Ижевске – вида, занесенного в Красную книгу России [Красная..., 2008].

Выше охарактеризованы 4 памятника природы, вошедшие по нашим рекомендациям в схему территориального планирования г. Ижевска, но с нашей точки зрения в локальную сеть ООПТ г. Ижевска должны попасть и еще две территории, исследованные и рекомендованные нами к заповедованию [Редкие..., 2011].

Памятник природы «Ландшафтное урочище Карлутское». Он расположен в восточной части г. Ижевска, в составе кадастрового квартала с номером 18:26:050918, в пределах микрорайона Ипподромный, в окрестностях Нагорного кладбища (рис. 8.4.1). Территория, выделяемая под памятник занимает пойму и левый коренной склон долины р. Карлутка юго-западной экспозиции.

Своеобразие данного ПП заключается в наличии старовозрастных особей ели и сосны, сохранение которых крайне важно для поддержания видового разнообразия животных в урбаносреде. Необходимость включения данного участка в состав памятников природы г. Ижевска определяется в

целом его барьерными функциями. Он располагается вокруг санатория «Металлург», тем самым, выполняя лечебно-оздоровительную роль.

Ранг охраняемой территории – республиканский. Функциональное назначение – ресурсосберегающее, рекреационное, научно-познавательное [Редкие..., 2011].

Территория, выделяемая под памятник, площадью около 133 га, располагается в пределах лесопарковой зоны г. Ижевска. Юго-западная граница памятника четко очерчена руслом реки Карлутка. Северная проведена по мосту на ул. Ленина, вдоль территории больничного комплекса сначала протягивается в южном направлении, затем поворачивает в восточном направлении в сторону Ипподрома, огибает с юга контуры его земельного участка, захватывает лесной массив между Ипподромом и гаражным кооперативом. Далее, вдоль южных границ гаражей и садоводческого товарищества «Знамя», подходит к территории Санатория «Металлург», огибает его земли по западным, южным и восточным границам и далее, по улице 40 лет Победы спускается в южном направлении до пересечения с ул. Орджоникидзе. Далее по ул. Орджоникидзе, отсекая территорию Нагорного кладбища, замыкает контуры границ в точке пересечения с р. Карлутка.

Преобладают на территории памятника сосновые и еловые лесные участки. На безлесных открытых местах сформировались разнотравно-злаковые ассоциации травянистой растительности. Древесный ярус соснового леса в основном состоит из сосны, но также встречается ель. Второй ярус образует клен американский. Лес испытывает на себе большую антропогенную нагрузку. На лесном участке очень много тропинок, поэтому травяной покров имеет небольшое проективное покрытие и представлен разнотравьем, состоящим из ежи сборной, клевера среднего, полыни обыкновенной и др. Территория памятника природы незначительна по площади и на ней располагается участок хвойного леса, имеющий хозяйственное использование. Поэтому здесь отмечен крайне бедный видовой состав из 257 видов сосудистых растений из 167 родов и 53 семейств. Наиболее интересной находкой является отмеченная на опушке пустынная узколистная, лесостепной вид.

Фауна представлена типичными лесными видами и рядом синантропных форм, связанных с городскими биоценозами. Особо охраняемых видов животных здесь не обнаружено.

Учебный ботанический сад Удмуртского университета. Согласно федеральному закону об ООПТ, территории всех ботанических садов и дендрариев должны относиться к особо охраняемым природным территориям с заповедным режимом, но не все ботанические сады имеют правовые документы, устанавливающие их режим. Учебный ботанический сад УдГУ в настоящее время тоже не имеет правовых документов. Он является частью единой системы, возглавляемой Советом ботанических садов России и входит в Региональный Совет ботанических садов Урала и Поволжья.

Он расположен на площади 41,8 га в микрорайоне «Сельхозвыставка» в г. Ижевске в составе кадастрового квартала с номером 18:26:040604 (рис. 8.4.1). На территории Ботанического сада основные площади занимают посадки с интродуцированными растениями, также есть небольшие участки естественной лесной и луговой растительности. Лесные участки преимущественно представлены липняком снытевым, березняком разнотравным, сероольшатником крупнотравным.

Сосудистые растения на территории Ботанического сада представлены 2 группами: аборигенных видов и интродуцированных растений. Коллекционный фонд интродуцированных растений Ботанического сада насчитывает около 2000 таксонов, из них 60 видов включенные в Красные книги Удмуртской Республики и России.

Аборигенная флора, располагающаяся на естественных участках в лесных, луговых и рудеральных сообществах представлена 355 видами из 191 рода и 75 семейств. Редких и исчезающих видов растений в ней нет [Редкие..., 2011].

Видовое разнообразие животных относительно богато, что объясняется наличием здесь различных биотопов и интродуцированных растений. «Краснокнижных» видов животных на его территории не обнаружено.

Охраняемый природный комплекс «Важнин ключ». Расположен в северо-западной части г. Ижевска, в составе 17 и 19 лесных выделов (2,80 га) кадастровых кварталов 18:26:010067 и 18:26:010062, в 150 м северо-западнее гостиницы «Парк-Отель» и в 150 м восточнее детского оздоровительного лагеря «Волна».

Родник находится в истоках безымянного ручья (56°52'43,8" с.ш., 53°09'35,6" в.д.), сформировавшего крупную логовину (балку) на левом коренном склоне р. Иж (практически по середине, между левобережными притоками р. Пазелинка и р. Подборенка). Водоносный горизонт, вскрывающийся на абсолютной отметке 130 м, относится к уржумскому терригенному водоносному

комплексу, сложенному водопроницаемыми песчаниками на глинах и алевролитах. Родник нисходящего типа с суммарным дебитом не более 1 л/с (см. раздел 3.4). Воды родника пользуются большой популярностью у жителей города.

Территория вокруг родника представлена сочетанием вторичных склоновых и приводораздельных лесов. На территории отмечены зональные темнохвойно-широколиственные леса, но они имеют следы хозяйственной деятельности. Они представлены различными вариантами елово-пихтовых сложных лесов. Наиболее представленным здесь является елово-пихтово-липово-снытевый фитоценоз.

В результате сбора всего материала на исследованной территории в данное время выявлено 127 видов сосудистых растений, относящихся к 102 родам и 44 семействам, что составляет 12 % от всего видового состава флоры сосудистых растений Удмуртской Республики [Баранова, 2002; Баранова, Пузырев, 2012]. Показатели богатства флоры данной территории очень низкие, что связано с однородностью растительности. Здесь отмечен редкий вид папоротника – пузырник судетский.

Территория данной проектируемой ООПТ в биотическом отношении является наиболее интересной среди всех планируемых ООПТ местного значения г. Ижевска. Примыкающий непосредственно к городу участок большого лесного массива с высокоствольными деревьями, с хорошо развитым подлеском, кустарниковым и травянистым ярусами позволяет обитать здесь многим животным, в том числе малочисленным и редким видам. Лес имеет большое природоохранное значение для всего ландшафтного комплекса данной территории как средообразующий объект, древесные особи в котором имеют значительный возраст и крайне важны в качестве сохранения видового разнообразия беспозвоночных животных и как место гнездования для птиц.

На данной территории выявлено 2 вида животных, включенных в Красную книгу Удмуртской Республики [Красная..., 2012] – воробыный сынч и шмель Шренка.

Охраняемый природный комплекс «Дендропарк Русский огород». Расположен в северной части г. Ижевска, в составе участка с кадастровым номером 18:26:020032:7740, расположенного по адресу: г. Ижевск, Воткинское шоссе, 118 на территории «Парка Космонавтов». Выделяемая под дендропарк территория (10,9 га) занимает осевую часть водораздельного плато в истоках р. Подборенка, р. Пазелинка (все бассейн р. Иж), а также р. Карлутка и р. Старковка (бассейн р. Позимь).

Объект представлен сочетанием вторичных водораздельных лесов и лугов. В пределах объекта функционирует искусственно созданный водоем площадью около 200 м² и максимальной глубиной до 1 м. Его режим полностью регулируется посредством артезианской скважины.

Значительная часть территории представлена вторичными смешанными лесами, сохранившимися в городской черте за счет архитектурных решений. Как часть городского ландшафта рекреационного назначения, рассматриваемая территория подвергалась благоустроительным работам, под руководством администрации города и завода «Буммаш» в течение длительного времени.

Современное состояние видового разнообразия биоты на данной территории невысокое, в связи с сильной трансформацией ранее существовавшего лесного биогеоценоза, тем не менее, в качестве основного средообразующего объекта на данной территории следует считать старовозрастные особи различных представителей хвойных и лиственных пород, которые требуется сохранить для поддержания экологического равновесия в данной части г. Ижевска.

В результате сбора всего материала в дендропарке на данное время нами выявлено 138 аборигенных видов сосудистых растений, относящихся к 103 родам и 35 семействам, что составляет 13 % от всего видового состава флоры сосудистых растений флоры Удмуртской Республики [Баранова, 2002; Баранова, Пузырев, 2012]. Кроме аборигенных видов растений на исследованной территории выявлены чужеродные и интродуцированные виды растений.

В последние годы на территории дендропарка идет активный процесс интродукции декоративных трав и кустарников, а также редких, исчезающих и хозяйственно-ценных видов растений. Так, на территории дендропарка произрастает тимьян овальный (3 категория в Красной книге УР [Красная..., 2012]. Ряд лекарственных растений Удмуртии – валерьяна лекарственная, кровохлебка лекарственная и другие. На интродукционном участке выявлено более 250 видов, сортов и форм культурных, культивируемых и дикорастущих интродуцированных растений.

На территории дендропарка были выявлены чужеродные виды растений, которые являются натурализовавшимися видами. Они относятся к достаточно агрессивным видам растений и занесены

в «Черную книгу флоры Удмуртской Республики» [Черная..., 2016]. Из них на территории охраняемого природного комплекса встречаются клен американский, имеющий категорию 1 и относящийся к наиболее агрессивным видам. Эту же категорию имеет люпин многолистный. Во 2-ю категорию агрессивности входит золотарник канадский.

Охраняемый природный комплекс «Лесопарк на Ракетной». Расположен в юго-восточной части г. Ижевска, в составе кадастрового квартала с номером 18:26:050086, ограничен улицами Орджоникидзе, Камбарская, Ракетная. Выделяемая территория (6,2 га) занимает фрагмент правого коренного склона долины р. Позимь.

Объект представлен сочетанием вторичных склоновых лесов. Леса на территории ОПК встречаются почти по всей площади. На территории отмечены зональные темнохвойно-широколиственные леса, но они имеют следы сильной хозяйственной деятельности человека и сосновые фитоценозы, также с разной степенью трансформации растительного покрова.

В результате сбора всего материала на исследованной территории в данное время выявлено 84 вида сосудистых растений, относящихся к 68 родам и 35 семействам, что составляет около 8 % от всего видового состава флоры сосудистых растений Удмуртской Республики [Баранова, 2002; Баранова, Пузырев, 2012]. Показатели богатства флоры данной территории очень низкие, что связано с однородностью растительности, где представлено только лесное сообщество. Кроме аборигенных видов растений здесь выявлены чужеродные виды растений, которые являются натурализовавшимися видами. Они относятся к достаточно агрессивным видам растений и занесены в «Черную книгу флоры Удмуртской Республики» [Черная..., 2016]. Из них на территории ОПК встречаются клен американский, имеющий категорию 1 и относящийся к наиболее агрессивным видам и занимающим на данной территории большие площади. Во 2-ю категорию входят ирга ольхолистная и яблоня ягодная. 3-ю категорию агрессивности имеет недотрога мелкоцветковая, которая в г. Ижевске локально появилась впервые в районе завода «Нефтемаш» и быстро заняла природные лесные сообщества.

Охраняемый природный комплекс «Урочище Чемошурское». Этот объект состоит из двух территориально разобщенных кластеров, объединяемых единым водным объектом – рекой Чемошурка.

1 кластер расположен в восточной части г. Ижевска, в составе кадастрового квартала с номером 18:26:030204, ограничен улицами 40-лет Победы, Короткова, Петрова, Т. Барамзиной. Выделяемая территория (7,3 га) занимает часть водосбора в истоках р. Чемошурки (бассейн р. Позимь), в междуречье рек Иж и ее левого притока р. Позимь.

Гидрографическая сеть в пределах рассматриваемой территории представлена истоками р. Чемошурка и двумя родниками, вскрытыми на склоне ее долины. Это истоки типичной малой реки со средним уклоном 21,7 м/км, шириной русла от 0,5 до 1,0 м и максимальными глубинами не более 0,2 - 0,3 м. Скорость течения в межень не превышает 0,3 м/с.

Первый родник расположен в 100 м к югу от СОШ №71 (56°52'02,25" с.ш. и 53°17'02,33" в.д.). Второй родник расположен на том же склоне в 20 м ниже по течению реки (56°52'02,15" с.ш. и 53°17'03,09" в.д.).

Оба родника приурочены к уржумскому терригенному водоносному комплексу, сложенному водопроницаемыми песчаниками на глинах и алевролитах, вскрытому долиной реки Чемошурка на абсолютной отметке 164 м. Родники нисходящего типа, с дебитом не более 1 л/с (см. раздел 3.4). Первый по течению родник заброшен. Зато каптаж второго родника находится в удовлетворительном состоянии. Подходы расчищены, спуск оборудован бетонной лестницей с металлическими конструкциями. Его воды пользуются популярностью у жителей микрорайона.

2 кластер расположен в восточной части г. Ижевска, в составе кадастровых кварталов с номерами 18:26:030069 и 18:26:030069. Ограничен улицами Союзная, Ярушки, Барышникова. Выделяемая территория (6,95 га) занимает часть водосбора в верхнем течении р. Чемошурки (бассейн р. Позимь).

Гидрографическая сеть в пределах рассматриваемой территории представлена верхним течением р. Чемошурка и родником, вскрытым в балке по правому берегу реки. Река Чемошурка здесь несколько увеличивается в размерах, сохраняя показатели скорости и максимальных глубин, при заметном уменьшении уклона водотока до 14,6 м/км.

Родник расположен в 90 м к югу от дома по ул. Барышникова, 67а (56°51'59,8" с.ш. и 53°18'02,1" в.д.). Водоносный горизонт, вскрывающийся на абсолютной отметке 140 м, относится к

уржумскому терригенному водоносному комплексу, сложенному водопроницаемыми песчаниками на глинах и алевролитах. Родник нисходящего типа с дебитом около 0,5 л/с (см. раздел 3.4).

Данная территория представлена долинным комплексом реки Чемошурки, сочетающим как лесные растительные сообщества, так луговые и болотные, что в условиях города встречается крайне редко. И роль таких природных участков велика. Зеленые насаждения, выполняя средообразующие функции, способствуют экологической оптимизации городской территории, к тому же на данной территории представлено естественное лесное сообщество, т. е. в его составе сохраняются типичные представители местной флоры и фауны. Кроме того, на территории урочища имеются выходы родников, имеющие немаловажное средообразующее и ресурсосберегающее значение.

Леса на территории урочища встречаются почти по всей площади. На территории отмечены зональные темнохвойные леса, но они достаточно сильно изменены в результате хозяйственной деятельности и имеющие разную примесь лиственных пород. В его пределах представлены как различные варианты елово-пихтовых сложных неморально-травяных, так и других групп ассоциаций. Воздействие антропогенного фактора (рубка леса) привело к заметному участию в сообществах мелколиственных пород – березы и осины, т.е. к развитию мелколиственных и производных лесов.

В результате сбора всего материала на территории охраняемого природного комплекса на данное время выявлено 222 вида сосудистых растений, относящихся к 144 родам и 53 семействам, что составляет около 20 % от всего видового состава флоры сосудистых растений УР [Баранова, 2002; Баранова, Пузырев, 2012]. Показатели богатства флоры данной территории невысокие, что связано с достаточно длительными процессами антропогенного использования исследованной территории. Кроме аборигенных видов растений на исследованной территории выявлены чужеродные виды растений, часть из которых являются натурализовавшимися видами. Среди них есть достаточно агрессивные виды растений и занесены в «Черную книгу флоры Удмуртской Республики» [Черная..., 2016]. Из них на территории охраняемого природного комплекса встречаются клен американский, имеющий категорию 1 и относящийся к наиболее агрессивным видам. Во 2-ю категорию входят ирга ольхолистная и яблоня ягодная. 3-ю категорию агрессивности имеет недотрога мелкоцветковая. Таким образом, на территории лесопарка произрастает 4 достаточно агрессивных чужеродных вида. Кроме того, найдены одичавшие особи крыжовника и ландыша.

В районе исследования не выявлено ни одно редкого вида растений и животных, занесенных в Красные книги РФ [Красная..., 2008] и УР [Красная..., 2012].

Охраняемый природный комплекс «Ярушкинский парк». Располагается у восточных границ г. Ижевска, в составе кадастрового квартала с номером 18:08:023002. Выделяемая территория (37,8 га) занимает левобережную часть водосбора в истоках правого безымянного притока р. Чемошурки (бассейн р. Позимь) в междуречье рек Иж и ее левого притока р. Позимь.

Непосредственно объект представлен сочетанием вторичных пойменных, склоновых и приводораздельных лесов и лугов.

Гидрографическая сеть в представлена рекой без названия, правым притоком р. Чемошурки (бассейн р. Позимь) и родником, вскрытым в балке по левому берегу реки. Это истоки типичной малой реки, с уклоном около 19,2 м/км. Ширина русла в местах распластования потока может увеличиваться до 1-1,5 м. Максимальные глубины на створах изменяются в пределах 0,2 - 0,3 м. Средняя скорость течения не превышает 0,3 м/с.

Родник нисходящего типа, многоструйчатый (56°51'09" с.ш. и 53°19'05,5" в.д.). Водоносный горизонт, вскрывающийся на абсолютной отметке 122 м, относится к уржумскому терригенному водоносному комплексу, сложенному водопроницаемыми песчаниками на глинах и алевролитах. Дебит каптированного родника небольшой – 0,5 л/с, суммарный дебит увеличивается до 10 л/с. Температура воды 5,0-6,0°C. Воды комплекса по химическому составу пресные гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,1-0,5 г/л. Каптаж родника в удовлетворительном состоянии. Воды родника пользуются популярностью у жителей микрорайона.

Оптимальные границы охраняемого природного комплекса «Ярушкинский парк» сформировались в результате сохранения участков с полустественной и естественной растительностью на данной территории. Территория Ярушкинского парка весьма интересна и своеобразна в том плане, что здесь идет процесс восстановления естественной растительности после длительного сельскохозяйственного использования и в данный момент имеются луговые и лесные

участки, кроме того, в условиях урбанизированной среды сохранились участки природной флоры с аборигенными видами растений, в том числе и редкими.

На ней имеются такие средообразующие объекты, как родники, ручьи, участки с лесной и луговой растительностью, низинные болота и интродукционные участки с древесно-кустарниковой растительностью.

На территории охраняемого природного комплекса «Ярушкинский парк» выявлено 343 вида сосудистых растений. Кроме аборигенных видов растений на исследованной территории выявлены чужеродные и интродуцированные виды растений. Так как данная территория ранее являлась частью Удмуртского ботанического сада, то на её территории были произведены посадки декоративных деревьев и кустарников. Нами было выявлено произрастание 23 видов культивируемых растений из 9 семейств.

На территории «Ярушкинского парка» были выявлены чужеродные виды растений, которые являются натурализовавшимися видами. Они относятся к достаточно агрессивным видам растений и занесены в «Черную книгу флоры Удмуртской Республики» [Черная..., 2016]. Из них на его территории встречаются: борщевик Сосновского, имеющий категорию 1 и относящийся к наиболее агрессивным видам. Эту же категорию имеет люпин многолистный. Во 2-ю категорию агрессивности входят золотарник канадский, кипрей железистостебельный, облепиха крушиновая, яблоня ягодная. Таким образом, на территории парка произрастает 6 достаточно агрессивных чужеродных видов.

Кроме обычных представителей флоры и фауны здесь обнаружен 1 представитель папоротникообразных – уховник обыкновенный и 2 представителя птиц – белая (полярная) и болотная совы, занесенные в Красную книгу Удмуртской Республики [Красная..., 2012].

Таким образом, ООПТ в г. Ижевске до 2013 г. занимали достаточно небольшие площади (менее 1% от общей площади города), тогда как к 2017 г. площадь рекомендованных к заповедованию земель увеличилась до 3%, а их количество до 11 объектов.

Литература

1. Адаховский Д.А. Муравьи (Hymenoptera, Formicidae) Удмуртии: фауна, распространение и экология // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. 2004. С. 179-190.
2. Адаховский Д.А. Ландшафтно-зональные особенности распространения суббореальных элементов в фауне муравьёв Удмуртии // Муравьи и защита леса. Материалы XII всерос. мирмекологического симп. Новосибирск, 2005. С. 6-9.
3. Адаховский Д.А. Сезонное развитие природы на территории Ижевска и его окрестностей и его особенности в условиях современной климатической тенденции // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2011. Вып. 2. С. 3-12.
4. Абрамов И.И., Волкова Л.А. Определитель листостебельных мхов Карелии // Бриол. журн. 1998. Т. 7. Прил. 1. 390 с.
5. Александровский А.Л. Почвы и культурный слой Москвы: строение, история развития // Проблемы антропогенного почвообразования. Тез. докл. межд. конф. 16-21 июня 1997 г., Т.2, 1997. С. 196-199.
6. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года. Сб. докл. / под ред. Н.П. Шакиной. ГУ «Гидрометцентр России». М.: Триада, ЛТД, 2011. 72 с.
7. Андреев С.С. Биоклиматические показатели: индексы // Естественные и технические науки. 2007. № 7. С. 109-116.
8. Антропогенная геоморфология / отв. ред. Э.А. Лихачева, В.П. Палиенко, И.И. Спасская. М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. 416 с.
9. Ардаков Г.Н. Использование снежного покрова в городах для оценки их влияния на окружающую природную среду: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2004. 24 с.
10. Арнольди К.В. Зональные зоогеографические и экологические особенности мирмекофауны и населения муравьёв Русской равнины // Зоол. журн. Т. 67. Вып. 6. 1968. С. 39-51.
11. Атлас г. Ижевска, масштаб 1:10 000. Екатеринбург: «ЦНТ», 2010. 32 с.
12. Атлас Удмуртской Республики: пространство, деятельность человека, современность / под общ. ред. И. И. Рысина. Москва-Ижевск: Феория, 2016. 282 с.
13. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 247 с.
14. Баглаева Е.М., Сергеев А.П., Медведев А.Н. Пространственная структура техногенного загрязнения снегового покрова промышленного города и его окрестностей растворимыми и нерастворимыми формами металлов // Геоэкология. 2012. № 4. С. 326-335.
15. Баранова О.Г. Местная флора Удмуртии: анализ, конспект, охрана. Ижевск: Удмурт. Гос. унив. 2002. 222 с.
16. Баранова О.Г., Пузырев А.Н. Конспект флоры Удмуртской Республики (сосудистые растения) Москва-Ижевск: Инст. комп. исслед., 2012. 150 с.
17. Бардунов Л.В. Древнейшие на суше. Новосибирск: Наука, 1984. 96 с.
18. Бардунов Л.В. Очерк бриофлоры Сибири. Новосибирск: Наука, 1992. 95 с.
19. Бейербах В.А. Инженерные сети, инженерная подготовка и оборудование территорий, зданий и стройплощадок: учеб. Пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. 122 с.
20. Беллер Г.А., Кузнецова Г.Ю., Нарышкина Н.М., Утенков А.Н. К проблеме комплексной оценки загрязненности территорий // Антропоэкологическая оценка и формирование оптимальной городской среды. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 13-15.
21. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. Киев: Здоровье, 1980. 261 с.
22. Борисовский А.Г. Материалы по распространению земноводных и пресмыкающихся в Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биологическое разнообразие Удмуртской Республики, вып. 1. Фауна позвоночных: аннотированные списки. 1997. №2. С. 15-21.
23. Брауде М.И. К характеристике орнитофауны г. Ижевска и анализ причин гибели птиц в условиях города // Птицы и урбанизированный ландшафт: сб. крат. сообщ. Каунас, Кн. изд-во, 1984. С. 30-32.
24. Бухарина И.Л., Поварничина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.
25. Бухарина И.Л., Журавлёва А.Н., Большова О.Г. Городские насаждения: экологический аспект. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. 206 с.

26. Богданов Г.А., Абрамов Н.В., Урбанявичус Г.П., Богданова Л.Г. Красная книга Республики Марий Эл: растения и грибы. Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2013. 324 с.
27. Борисенко А.Л. Бриофлора г. Северска как показатель экологического состояния территории // Экологические проблемы и пути их решения: сб. науч. тр. асп. и студ. Томск, 2001. С. 90-106.
28. Быкова М.А. Оценка степени антропогенной нагрузки на урбосистемы г. Саратова по данным экологического мониторинга снежного покрова: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2012. 23 с.
29. Валеев Р.Н. Авлакогены Восточно-Европейской платформы. М.: Недра, 1978. 153 с.
30. Валетдинов А.Р. Технология комплексной оценки влияния промышленных объектов на загрязненность тяжелыми металлами природных сред по результатам мониторинга снежного покрова: на примере Республики Татарстан и города Казани: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2006. 22 с.
31. Вальтер Г. Растительность земного шара: Эколого-физиологическая характеристика. М.: Изд-во «Прогресс», 1974. Т. 2. 423 с.
32. Васильев В.Н. Закономерности процесса смен растительности // Материалы по истории флоры и растительности СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1946. Вып. 2. С. 365-406.
33. Васильева Л.Н. К флоре Вятской губернии в ее старых границах // Журн. РБО. 1930. №4. С. 313-324.
34. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 181 с.
35. Варакина Ж.Л., Юрасова Е.Д., Ревич Б.А. и др. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999-2008 гг. // Экология человека. 2011. № 6. С. 28-36.
36. Варфоломеев В.В. Биология промысловых рыб прудов-водохранилищ Удмуртии // Учен. зап. Перм. гос. пед. ин-та, 1967. Вып. 41. С. 49-150.
37. Вахрушева Е.Л., Шадрин В.А. Формирование растительного покрова под влиянием несанкционированных дворовых автостоянок // Экология: теория и практика. Материалы всерос. конф. молодых ученых / ИЭРиЖ УрО РАН. Екатеринбург: Изд-во «Голицынский», 2013. С. 21-22.
38. Ведерников К.Е., Бухарина И.Л. Зеленые насаждения города Ижевска: видовой состав и жизненное состояние // материалы междунар. конф. «Проблемы рационального природопользования техногенного региона». Кемерово: Изд-во КузГУ, 2005. С.77-78.
39. Веницианов Е.В., Володин Н.И., Данилов-Данильян В.И., Макаров В.М., Пискунов О.М. Мероприятия по снижению техногенного влияния крупных промышленных предприятий на бассейны малых и средних рек волжского бассейна // Экология и промышленность России, №10, 2006. С. 22-25.
40. Веретенникова М.В., Дайковская Т.С., Ковалев С.Н., Никольская И.И., Прохорова С.Д. Овраги и овражная эрозия на территории г. Москвы (исторический аспект и современное состояние) // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 18. М.: Географический факультет МГУ. 2012. С. 116-136.
41. Воробьева И.Б., Напрасникова Е.В., Власова Н.В. Эколого-геохимические особенности снега, льда, и подледной воды южной части озера Байкал // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2009. № 1. С. 54-60.
42. Воронцова А.В., Нестеров Е.М. Геохимия снегового покрова в условиях городской среды // Известия Росс. гос. пед. ун-та им. А.И. Герцена. 2012. № 147. С. 125-132.
43. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1008 с.
44. Выгодчиков О.Н., Рысин И.И. Факторы развития крипа на территории Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. 2006. № 11. Спецвып. Науки о Земле. С. 71-82.
45. Габдуллина Р.И., Каргапольцева И.А. Макрозообентос реки Малиновка, г. Ижевск, Удмуртская Республика // Материалы Всерос. Молодежной гидробиол. конф. "Перспективы и проблемы современной гидробиологии": пос. Борок, Ярославская обл., 10-13 ноября 2016 г. Ярославль: Филигрань, 2016. С. 72-74.
46. Гагарин С.А. Оценка пропускной способности транспортных потоков на основных транзитных магистралях г. Ижевска // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле, 2005. Вып. 2. С. 37-44.

47. Гагарина О.В. Организационно-планировочные мероприятия на водосборе Ижевского водохранилища как одно из направлений по улучшению качества воды // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле, №11, 2005. С. 59-68.
48. География овражной эрозии. Под ред. Е.Ф. Зориной. М.: Изд-во МГУ, 2006. 324 с.
49. Геология и нефтеносность Удмуртской АССР / Под ред. Шеходанова В.А. Ижевск: Удмуртия, 1976. 121 с.
50. Геология СССР. Том XI. Поволжье и Прикамье. Часть 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1967. 386 с.
51. ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07. "Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях". М., 2007. 4 с.
52. Головина Е.Г., Русанов В.И. Некоторые вопросы биометеорологии: учеб. Пособие. СПб.: РГГМУ, 1993. 145 с.
53. Горчаковский П.Л. Основные проблемы исторической фитогеографии Урала / Тр. ин-та экологии раст. и жив. АН СССР. Урал. фил. Вып. 66. отв. ред. С. А. Мамаев. Свердловск: Изд-во АН СССР, 1969. 286 с.
54. Горышина Т.К. Растение в городе. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 152 с.
55. ГОСТ 26483-85. ПОЧВА. Приготовление солевой вытяжки и определение рН по методу ЦИНАО. М.: Издательство стандартов, 1992. 6 с.
56. ГОСТ 27821-88. ПОЧВА. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. М.: Издательство стандартов, 1988. 6 с.
57. ГОСТ 26207-91 Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова. М.: Издательство стандартов, 1992. 6 с.
58. ГОСТ 17.4.02-84 ПОЧВЫ. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа. М.: Издательство стандартов, 1985. 6 с.
59. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; НИА-Природа. 2016. 639 с.
60. ГОСТ Р 53187-2008 Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий. М., 2009. 19 с.
61. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000, лист О-(38),39 – Киров. Санкт-Петербург, 1999.
62. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А., Жидков М.П. и др. Город – экосистема. М.: ИГРАН, 1997. 336 с.
63. Григорьев И.И., Рысин И.И. Техногенные овраги на территории Удмуртии. – Казань: Изд-во Удмурт. ун-та, Изд-во АН РТ, 2017. – 190 с.
64. Григорьева Е.А. Комплексные методы биоклиматической оценки территории в зимний период // Экологическое образование на современном этапе для устойчивого развития: материалы межрег. науч.-практ. конф. Т.2. Благовещенск: изд-во БГПУ, 2013. С. 21-26.
65. Гумбольдт А. География растений / Под общ. ред. акад. Н.И. Вавилова. М.-Л.: ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1936. 231 с.
66. Даценко Ю.С. Гидрохимический режим Учинского водохранилища // Водные ресурсы. №2, 1984. С. 136-142.
67. Дедков А.П., Дуглав В.А. Медленные движения почвенно-грунтовых масс на задернованных склонах // Известия АН СССР. Сер. География. 1967. №4. С. 90-93.
68. Дедков А.П., Малышева О.Н., Порман С.В., Рождественский А.Д. Древние поверхности выравнивания и останцовый рельеф Удмуртии // Развитие склонов и выравнивание рельефа. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1974. С. 64-76.
69. Дедков А.П., Мозжерин В.И., Ступишин А.В., Трофимов А.М. Климатическая геоморфология денудационных равнин. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1977. 224 с.
70. Дислер Н.Н. Органы чувств системы боковой линии и их значение в поведении рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 310 с.
71. Длусский Г.М. Муравьи рода Формика. М.: Наука, 1967. 236 с.
72. Дорошев П.Е. Оценка скорости движения почвенно-грунтовых масс задернованных склонов // Вестник МГУ. Сер. География. 1972. №6. с.89-95.
73. Дьяков С.А. Диагноз и прогноз уровня загрязнения атмосферы (На примере г. Воронежа): дис. ... канд. геогр. Наук. Воронеж, 2004 243 с.
74. Еленкин А.А. Биология низших растений в доступных опытах и наблюдениях. Л.-М.: Наука, 1925. 220 с.

75. Елькин С.М., Рысин И.И. Подземные воды // Природа Ижевска и его окрестностей: сб. ст.; науч. ред. В.В. Туганаев. Ижевск: Ижевский городской комитет по охране окружающей среды, 1998. С. 67-79.
76. Емелина С.В., Константинов П.Н., Малинина Е.П., Рубинштейн К.Г. Оценка информативности некоторых биометеорологических индексов для разных районов России // Метеорология и гидрология. 2014. № 7. С. 25-37.
77. Еремина И.Д., Григорьев А.В. Кислотность и химический состав снежного покрова в Москве и Подмоскowie за период 1999-2006 гг. // Вестн. Мос. ун-та. Серия 5: География. 2010. № 3. С. 55-60.
78. Еремина И.Д. Мониторинг химического состава атмосферных осадков по наблюдениям метеорологической обсерватории МГУ // Альтернативная энергетика и экология. 2013. Т. 128. № 6-2. С. 80-87.
79. Зайцева М.Ю., Рысин И.И. Влияние геолого-геоморфологических факторов на рост оврагов в Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2017. Т. 27. Вып. 1. С. 87-97.
80. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. 192 с.
81. Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора М.: Просвещение, 1961. 559 с.
82. Зарина Л.М. Геоэкологические особенности распределения тяжелых металлов в снежном покрове Санкт-Петербургского региона: автореф. дис. ... канд. геогр. Наук. СПб, 2009. 19 с.
83. Захаров В.Ю. Рыбы // Ижевский пруд. Ижевск: Изд. дом «Удмуртский университет». 2002. С. 129-134.
84. Захаров А.А. Муравьи лесных сообществ, их жизнь и роль в лесу. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2015. 404 с.
85. Зернов С.А. Общая гидробиология. М.: Биомедгиз, 1934. 504 с.
86. Золотарев Г.С. Инженерная геодинамика. М.: Изд-во МГУ, 1983. 328 с.
87. Зубцовский Н.Е., Матанцев В.А., Меньшиков А.Г., Григорьев А.К. Фауна наземных позвоночных Ижевского пруда и его побережья // Ижевский пруд. Ижевск: Изд. дом «Удмуртский университет». 2002. С. 134-163.
88. Зубцовский Н.Е., Матанцев В.А., Меньшиков А.Г., Семячкин В.Б., Тюлькин Ю.А., Зыкин А.В., Суров Э.В., Ходырев Д.А. Материалы по орнитофауне Удмуртской Республики // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биологическое разнообразие Удмуртской Республики. Вып. 1. Фауна позвоночных: аннотированные списки. 1997. №2. С. 22-54.
89. Зукопп Г., Эльверс Г., Маттес Г. Изучение экологии урбанизированных территорий (на примере Западного Берлина) // Экология. 1981. № 2. С. 15-20.
90. Зыкина Н.Г. Особенности дерново-подзолистых почв, сохранившихся в условиях г. Ижевска // «Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы»: Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. Самара: ПГСГА, 2013. с 86-92.
91. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. Учебник. М.: Университетская книга, Логос, 2008. 424 с.
92. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. М.: Тов-во КМК, 2003. Т. 1. 608 с.; 2004. Т. 2. 340 с.
93. Ижевский пруд: сб. ст. / Под ред. В.В. Туганаева. Ижевск: Изд. дом Удмуртский университет, 2002. 188 с.
94. Илларионов А.Г. Рельеф // Природа Ижевска и его окрестностей: сб. ст. / Составитель В.М. Подсизерцев. Ижевск: Удмуртия, 1998. С. 49-65.
95. Ильминских Н.Г., Шадрин В.А., Шмидт В.М. Первые результаты изучения флоры Удмуртии методом конкретных флор // Вестн. Лен. ун-та. Сер. Биология, 1985. № 10. С. 50-57.
96. Ильминских Н.Г., Шадрин В.А. Некоторые итоги изучения конкретных флор Удмуртии // Региональные флористические исследования: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. проф. В. М. Шмидта. Л.: Изд-во Лен. ун-та, 1987. С. 93-104.
97. Ильминских Н.Г., Баранова О.Г., Пузырёв А.Н. Конспект флоры г. Ижевска и его окрестностей // Природа Ижевска и его окрестностей: сб. ст. Ижевск: Изд-во «Удмуртия», 1998. С. 81-169.
98. Ильминских Н.Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2014. 470 с.
99. Гидрогеология СССР. Т.1. XIII. Поволжье и Прикамье. М.: Недра, 1970. 425 с.

100. Исаев М.А., Рязанов И.А. Гигиеническое значение стронция и содержание его в питьевых водах Удмуртии // Четвертая респ. конф. стоматологов и зубных врачей Удмуртской АССР: тез. докл. Ижевск: ИГМИ, 1978.
101. Исаев М.А., Кузнецов М.Ф., Колзин А.Л. Биогеохимия йода, фтора, селена и эндемические болезни на территории Удмуртской АССР // Первая Всесоюзная конференция «Геохимические проблемы здоровья в зонах нового экономического окружения»: тез. докл. Чита, 1988. С. 86-87.
102. Исаев М.А., Кузнецов М.Ф., Колзин А.Л. Микроэлементы в питьевых водах Удмуртии и влияние их на здоровье населения // Учебно-методическая и научно-практическая конференция «Экономика, экология, здоровье»: тез. докл. Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1991. С. 191-192.
103. Исаев М.А., Головков И.Г., Юрк С.А. Родниковые и артезианские воды Ижевска: научно-популярное издание. Ижевск: Издательский дом «Секреты красоты и здоровья», 2004. 109 с.
104. Исаев А.А. Экологическая климатология. М.: Научный мир, 2001. 456 с.
105. Истомина А.М., Истомин С.Г., Казакова Н.С., Поздеев И.В., Селеткова Е.Б. Экологическое состояние Ижевского пруда // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование. Материалы науч.-практ. конф. Пермь: Изд-во Перм. ун-та 2008. С. 46-51.
106. Камелин Р.В. Флоро-генетический анализ естественной флоры горной Средней Азии / отв. ред. А. А. Фёдоров. Л.: Изд-во «Наука», 1973. 356 с.
107. Каргапольцева И.А. Фитофильные макробеспозвоночные устьевых областей малых рек Удмуртской Республики (на примере рек Березовки и Пазелинки) // Экология: факты, гипотезы, модели: материалы конф. мол. ученых, посвящ. 170-летию В. В. Докучаева, 11-15 апр. 2016 г. Екатеринбург: Голицкий, 2016. С. 41-47.
108. Капитонов В.И., Украинцева С.П., Григорьев А.К., Хворенков А.В., Чикун И.В. Краткий обзор фауны млекопитающих Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биологическое разнообразие Удмуртской Республики, вып. 1. Фауна позвоночных: аннотированные списки. 1997. № 2. С. 55-69.
109. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В. и др. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2012. № 4. С. 14-24.
110. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 208 с.
111. Классификация и диагностика почв России / авторы и составители: Д.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
112. Кобышева Н.В., Стадник В.В., Ключева М.В. и др. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики. СПб: Гидрометиздат, 2008. 336 с.
113. Ковалев С.Н. Овражная эрозия на урбанизированных территориях // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 13. М.: МГУ, 2001. С. 55-84.
114. Ковалев С.Н., Любимов Б.П. Рекреационное использование овражно-балочных систем на урбанизированных территориях // Геоморфология, №4. 2005. С. 83-94.
115. Ковалев С.Н. Экологическое состояние овражно-балочных систем г. Брянска // Проблемы региональной экологии и географии (г. Ижевск, 9–13 октября 2017 г.): материалы всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017. С. 146-149.
116. Ковальчук А.Г., Ермакова Т.Н., Рябов Д.С., Семакова Л.А., Шельпякова Ю.В. Доклад об экологической обстановке в г. Ижевске в 2013 г. Ижевск: Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации г. Ижевска, 2014. 107 с.
117. Ковальчук А.Г., Ермакова Т.Н., Рябов Д.С., Семакова Л.А., Шельпякова Ю.В. Доклад об экологической обстановке в городе Ижевске в 2016 году. Ижевск: Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации г. Ижевска, 2017. 80 с.
118. Константинов А.Г. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1979. 480 с.
119. Константинова Н.А. Анализ ареалов печеночников севера Голарктики // Бриологический журн. Arctoa. 2000. Т. 9. С. 29-94.
120. Косачева Л.А. Эколого-ценотическая характеристика бриофлоры Среднего Приобья // Проблемы бриологии в СССР: сб. ст. Л.: Наука, 1989. С. 25-29.
121. Котегов Б.Г. Комплексный анализ морфологических отклонений у плотвы *Rutilus rutilus* (L.) из водоемов Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. 2001. № 7. С. 143-151.

122. Котегов Б.Г. «Индустриальная раса» плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) из Чемошурского пруда г. Ижевска // Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия. Борок: ИБВВ РАН, 2002. С. 128-129.
123. Котегов Б.Г. Морфофенетические особенности плотвы *Rutilus rutilus* (L.) из водоемов Удмуртии в условиях урбанизации // Биология и экология рыб Прикамья. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. С. 48-58.
124. Котегов Б.Г. Особенности видового состава, биологических и популяционно-морфологических показателей рыб в условиях теплового загрязнения водоемов г. Ижевска // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. 2004. № 10. С. 209-218.
125. Котегов Б.Г. Сообщества рыб малых прудов Удмуртии: структурные особенности и направления антропогенных сукцессий // Экология. 2005. № 6. С. 446-451.
126. Котегов Б.Г. Фауна и экология рыб малых рек Удмуртии. Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2006. 96 с.
127. Котегов Б.Г. Особенности видового состава и структуры сообществ рыб малых рек Удмуртской Республики // Экология, 2007. № 4. С. 274-282.
128. Котегов Б.Г., Холмогорова Н.В. Ихтиоценозы водоемов Удмуртии и их роль в биоиндикации водных загрязнений // Вестн. Удм. ун-та. 2001. № 7. С. 132-142.
129. Котегов Б.Г., Аксенова Н.П., Захаров В.Ю., Холмогорова Н.В. Биологические и химические эффекты антропогенного эвтрофирования Ижевского водохранилища. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013. 178 с.
130. Котлов Ф.В. Антропогенные геологические рельефообразующие процессы и явления // Современные экзогенные процессы рельефообразования. М.: Наука, 1977. С.37-47.
131. Кожова О.М. Введение в гидробиологию. Красноярск: Изд. Красноярского ун-та, 1987. 242 с.
132. Красная книга Воронежской области. Т. 1. Растения. Лишайники. Грибы / под ред. В.А. Агафонова. Воронеж: МОДЭК, 2011. 472 с.
133. Красная книга Камчатки. Т. 2. Растения, грибы, термофильные микроорганизмы /под ред. О.А. Черныгиной. Петропавловск-Камчатский: кн. изд-во «Камч печ. двор», 2007. 341 с.
134. Красная книга Красноярского края: Растения и грибы. Красноярск: Поликом, 2005. 368 с.
135. Красная книга Курской области. Редкие и исчезающие виды растений и грибов / под ред. Н.И. Золотухина и др. Курс, 2002. Т. 2. 165 с.
136. Красная книга Липецкой области. Растения грибы, лишайники / под ред. А.В. Щербакова. Липецк: ООО «Веда социум», 2014. Т. 1. 696 с.
137. Красная книга Московской области / отв. ред. Т.И. Варлыгина, В.А. Зубакин, Н.А. Соболев. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 827 с.
138. Красная книга Новгородской области / отв. ред. Ю.Е. Веткин, Д.В. Гельтман, Е.М. Литвинова, Г.Ю. Конечная, А.Л. Мищенко. СПб.: Дитон, 2015. 480 с.
139. Красная книга природы Ленинградской области. Растения и грибы / под ред. Г.А. Носкова и др. СПб., 2000. Т. 2. 672 с.
140. Красная книга природы Санкт-Петербурга / под ред. Г.А. Носкова. СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. 416 с.
141. Красная книга Псковской области / Ю.В. Александров, Л.Ф. Антипова, В.В. Борисов и др. Псков: ООО «Процесс», 2014. 544 с.
142. Красная книга Республики Карелия / А.В. Артемьев и др. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.
143. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. 2-е изд. / Т.И. Абрамова, А.М. Волкова, О.Н. Дёмина и др. Ростов на Дону, 2014. Т. 2. 741 с.
144. Красная книга Рязанской области. 2-е изд. / под ред. В.П. Иванчева, М.В. Казаковой. Рязань: НП «Голос губернии», 2011. 626 с.
145. Красная книга Самарской области. Редкие виды растений, лишайников и грибов / под ред. Г.С. Розенберга. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2007. Т. 1. 372 с.
146. Красная книга Тверской области / под ред. А.С. Сорокина. Тверь: ООО «Вече Твери»; ООО «Издательство АНТЭК», 2002. 256 с.
147. Красная книга Тульской области: растения и грибы / под ред. А. В. Щербакова. Тула: Гриф и К, 2010. 393 с.
148. Красная книга Удмуртской Республики. 2-е изд. / под. ред. О.Г. Барановой. Чебоксары: Перфектум, 2012. 458 с.
149. Красная книга Российской Федерации (Животные) / под рук. В.И. Данилова-Данильяна. М.: АСТ: Изд-во "Астрель", 2001. 860 с.

150. Красная книга Российской Федерации. Растения. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 854 с.
151. Кузнецов М.Ф. Химический анализ почв и растений в экологических исследованиях. Ижевск. Изд-во Удм. ун-та, 1997. 102 с.
152. Куракова Л.И. Антропогенные ландшафты. Особенности и закономерности формирования // Актуальные проблемы изменения природной среды за рубежом: Монография / под ред. А. М. Рябчикова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1967. С. 92-113.
153. Куимова Н.Г., Сергеева А.Г., Шумилова Л.П. и др. Эколого-геохимическая оценка аэротехногенного загрязнения урбанизированных территорий по состоянию снежного покрова // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2012. № 5. С. 422-435.
154. Куклев Ю.И. Физическая экология: учеб. пособие для вузов Изд. 3-е, доп. М.: Высш. шк., 2008. 392 с.
155. Лагунова С.В., Малькова И.Л. Территориальные аспекты социально-гигиенического мониторинга (на примере города Ижевска) // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Наука о Земле. 2004. №8. С. 37-44.
156. Леднев А.В. Влияние г. Ижевска на почвенный покров его пригородной зоны // Проблемы региональной экологии и географии (г. Ижевск, 9–13 октября 2017 г.): материалы всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017. С. 157-160.
157. Леднев А.В. Особенности почвенного покрова г. Ижевска // Городская среда: экологические и социальные аспекты: сб. ст. науч.-практ. конф. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2017. С. 24-30.
158. Летенкова И.В., Литвинов В.Ф., Смержок В.Г. Химический анализ снежного покрова Новгородской области // Вестн. Новгородского гос. ун-та. 2014. № 76. С. 73-76.
159. Литвин Л.Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. 255 с.
160. Лихачева Э.А. Рельеф – его сущность и красота. М.: Медиа-ПРЕСС, 2015. 144 с.
161. Лотош В.Е. Фундаментальные основы природопользования. Книга вторая. Экология природопользования. Екатеринбург: полиграфист, 2007. 554 с.
162. Луканин В.Н., Буслаев А.П., Яшина М.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учебное пособие для вузов / под ред. В.Н. Луканина. М.: ИНФРА-М, 2001. 646 с.
163. Ложкина Н.В. Мхи антропогенных местообитаний Удмуртии // Культурная и сорная растительность: межвуз. сборник. Ижевск, 1977. С. 21-24.
164. Ложкина Н.В. Мхи Удмуртии: дис. ... канд. биол. наук. Ижевск, 1970.
165. Ложкина Н.В. Печеночные мхи окрестностей города Ижевск (Удм. АССР) // Новости сист. низших раст. М.-Л., 1967. С. 330-331.
166. Макаров В.Н. Геохимия снежного покрова таежных и горных мерзлотных ландшафтов Якутии // Лед и снег. 2014. № 1 (125). С. 73-80.
167. Малик Н.А. Импактный вклад вулканических извержений в формирование химического состава сезонного снежного покрова (Камчатка) // Лед и снег. 2010. № 4. С. 45-52.
168. Малоземов Л.А., Малоземов Ю.А. Муравьи урбанизированных территорий Среднего Урала // Фауна и экология насекомых Урала. Пермь. 1993. С. 100-108.
169. Малькова И.Л. Исследование информативности медико-статистических показателей для оценки экологического состояния территории (на примере Удмуртской Республики): автореф. дисс.... канд. геогр. наук. Казань, 1999. 25 с.
170. Малькова И.Л., Стурман В.И., Посадов А.Л., Сидоров В.П., Гагарина О.В., Габдуллина Л.А. Динамика экологической обстановки в г.Ижевске и ее влияние на здоровье детского населения // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Науки о земле. 2003. С. 21-28.
171. Малькова И.Л., Рубцова И.Ю. Анализ причин трансформации природного очага клещевого энцефалита на территории Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о земле. 2013. Вып. 3. С.138-143.
172. Малькова И.Л., Белослудцева Ю.Т. Оценка эпидемиологической опасности лесопарковых зон г. Ижевска в отношении клещевых зооантропонозов // Наука Удмуртии № 2 (68), 2014. С.193-205.
173. Малькова И.Л., Исакова М.К., Данилова К.А., Попов А.В. Анализ связи загрязнения атмосферного воздуха и здоровья детского населения в системе социально-гигиенического мониторинга // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т.16. № 5-2. С. 874-877.

174. Малышев Л.И. Флористические спектры Советского Союза // История флоры и растительности Евразии / отв. ред. И. Т. Васильченко. Л.: Изд-во «Наука», 1972. С. 17-40.
175. Маркова Ю.Л. Оценка воздействия промышленности и транспорта на экосистему национального парка «Лосиный остров»: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Москва, 2003. 24 с.
176. Меньшиков А.Г., Григорьев А.К. Фауна. Позвоночные животные // Природа Ижевска и его окрестностей: сб. ст. Ижевск: Удмуртия, 1998. С. 199-209.
177. Меньшиков А.Г., Дерюгин А.А. Ижевск // Птицы городов России. СПб-М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 93-109.
178. Меньшиков А.Г., Тютин О.В. КОТР в Удмуртии: состояние, работа, перспективы // Инвентаризация, мониторинг и охрана ключевых орнитологических территорий России. Вып. 6./ Материалы совещания «Сохранение ключевых орнитологических территорий России (КОТР) силами общественности: проблемы и перспективы» / отв. ред. К.А. Любимова. М.: Союз охраны птиц России, 2008. С. 84-85.
179. Мелиорация и водное хозяйство. Т.5. Водное хозяйство: Справочник / И.И. Бородавченко, Ю.А. Кишинский, И.А. Шикломанов и др. М: Агропромиздат, 1988. 399 с.
180. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Москва: Федеральное дорожное агентство (РОСАВТОДОР), 2012. 154 с.
181. Методические рекомендации по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды. М.: ИМГРЭ, 1982. 66 с.
182. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 15 мая 1990 г. N 5174- 90).
183. Микушин В.В., Каплинский А.Е., Суторихин И.А. и др. Оценка аэрозольного загрязнения атмосферы населенных пунктов Алтайского края и Республики Алтай по данным мониторинга снежного покрова // Экология урбанизированных территорий. 2006. № 2. С. 87-93.
184. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Адвентивизация растительности в призме идей современной экологии // Журн. Общей биол. 2002. Т. 63. № 6. С. 500-508.
185. Мироновский А.Н. Морфологическая дивергенция популяций плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) из малых водоемов Москвы: к вопросу о формировании «индустриальных рас» // Вопр. ихтиологии. 1994. Т. 34. № 4. С. 486-493.
186. Мозжерин В.И. Новые результаты стационарного изучения крипа в Среднем Поволжье // Экзогенные процессы и эволюция рельефа. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1983. С.124-138.
187. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека // Региональная публикация ВОЗ, Европейская серия, №85. 2001. 316 с.
188. Московченко Д.В., Бабушкин А.Г. Особенности формирования химического состава снеговых вод на территории Ханты-Мансийского автономного округа // Криосфера Земли. 2012. Т. 16. № 1. С. 71-81.
189. Назарова А.А., Минина Л.И. Система контроля качества гидрохимической информации. Опыт внедрения в лабораториях Росгидромета // Методы оценки соответствия. №3, 2009. С. 31-34.
190. Негроров О.П., Астанин И.К., Стародубцев В.С. и др. Снежный покров как индикатор атмосферного воздуха в системе социально-гигиенического мониторинга // Вестник ВГУ. Сер. Химия, биология, фармация. 2005. № 2. С.149-153.
191. Новороцкая А.Г. Химический состав снежного покрова как индикатор экологического состояния Нижнего Приамурья: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Хабаровск, 2002. 23 с.
192. Осипов В.И., Кутепов В.М., Зверев В.П. и др. Опасные экзогенные процессы / под ред. В.И. Осипова. М.: ГЕОС, 1999. 290 с.
193. О состоянии и об охране окружающей среды Удмуртской Республики в 2015 г.: Государственный доклад. Ижевск: ИжГТУ, 2016. 257с.
194. О состоянии и об охране окружающей среды Удмуртской Республики в 2016 г.: Государственный доклад. Ижевск: ИжГТУ, 2017. 283 с.
195. О состоянии санитарно - эпидемиологического благополучия населения в Удмуртской Республике в 2016 году: Государственный доклад. Ижевск: Управление по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по УР, 2017. 199 с.
196. Оболкин В.А., Кобелева Н.А., Ходжер Т.В. и др. Элементный состав нерастворимой фракции атмосферных выпадений в некоторых районах Южного Прибайкалья // Оптика атмосферы и океана. 2004. Т. 17. № 5-6. С. 414-417.

197. Одум Ю. Экология: в 2-х т. М.: «Мир», 1986. Т. 1. 328 с.; Т. 2. 376 с.
198. Особо охраняемые природные территории Удмуртской Республики: сборник / под ред. Н.П. Соловьёвой. Ижевск: Удмуртия, 2002. 211 с.
199. Оценка влияния факторов среды обитания на состояние здоровья населения Удмуртской Республики в 2016 году: Информационно-аналитический бюллетень. Ижевск: ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Удмуртской Республике», 2017. 79 с.
200. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». М, 1991
201. Панин М.С., Ажаев Г.С. Геохимическая характеристика твердых атмосферных выпадений на территории г. Павлодара Республики Казахстан по данным изучения загрязнения снегового покрова // Вестн. Томск. гос. ун-та. 2006. № 292-1. С. 163-170.
202. Паспорт основных характеристик бассейна реки Иж (Кас/Волга 1804/124). Ижевск: Управление Охраны Окружающей среды и природопользования Минприроды УР, 2003. 30 с.
203. Переведенцев Ю.П., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Климатические условия и ресурсы Республики Удмуртия. Казань: Казан. гос. ун-т, 2009. 212 с.
204. Поварничина Т.М., Бухарина И.Л. Анализ изменения биохимических показателей древесных растений в урбанизированной среде // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2005. Т. 2. С. 229-233.
205. Попов Ю.К. Птицы города Ижевска // Край Удмуртский. Вып. 3. Ижевск: Удмуртия, 1965. С. 34-36.
206. Постановление Главного государственного санитарного врача по Удмуртской Республике от 30.03.2016 г. № 10 «О мероприятиях по иммунизации против клещевого вирусного энцефалита в Удмуртской Республике».
207. Потемкин А.Д., Софронова Е.В. Печеночники и антоцеротовые России. СПб-Якутск: Бостон-Спектр, 2009. Т. 1. 368 с.
208. Почвенный отчет // Перспективный план озеленения г. Ижевска. Т2. М.: МЖКХ РСФСР "Гипрокоммунстрой", 1982. С. 47-67.
209. Природа Ижевска и его окрестностей. Ижевск: Удмуртия, 1998. 248 с.
210. Природные достопримечательности Удмуртии: Каталог / сост. А.Г. Илларионов, Г.И. Морозова. Ижевск: Удмуртия, 1990. 65 с.
211. Пристова Т.А., Шамрикова Е.В. Характеристика снежного покрова в условиях аэротехногенного загрязнения предприятиями республики Коми // Проблемы региональной экологии. 2010. № 5. С. 78-83.
212. Птицы городов Среднего Поволжья и Предуралья. Казань: Мастер Лайн, 2001. 272 с.
213. Пупырев Е.И. Оптимизация проектирования мероприятий по реабилитации городских водных объектов // Экология и промышленность России, март 2006. С. 8-12.
214. Пузырёв А.Н. Изучение адвентивной флоры в Удмуртской Республике // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы: материалы III Междунар. науч. конф. Ижевск: АНО «Ижевский институт компьютерных исследований», 2006. С. 83-84.
215. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04 М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
216. Раткин Н.Е., Шаблова А.В. Количественная оценка аэротехногенного загрязнения территории Мурманской области // Теоретическая и прикладная экология. 2008. № 8. С. 38-44.
217. Растительность европейской части СССР / под ред. С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. Л.: Изд-во «Наука», 1980. 429 с.
218. Республиканская целевая программа «Чистая вода на 2011-2015 годы». Утверждена Постановлением Правительства УР от 22 ноября 2010 г. №356 «Об утверждении республиканской целевой программы «Чистая вода на 2011-2015 годы»». Ижевск, 2010. 30 с.
219. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям.
220. Ребристая О.В., Хитун О.В., Чернядьева И.В. Техногенные нарушения и естественное восстановление растительности в подзоне северных гипоарктических тундр полуострова Ямал // Бот. журнал, 1993, Т.78, №3. С. 43-49.
221. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуаций и прогнозные оценки. М.: ЛЕНАНД, 2011. 208 с.

222. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых районах России // Проблемы прогнозирования. 2012. № 2. С. 122-138.
223. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Харьков Т.Л., Кваша Е.А. Температурные волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения городов в различных климатических зонах России // Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося климата. М.: Наука, 2014. С. 49-70.
224. Редкие и исчезающие виды растений и животных южной половины Удмуртии и их охрана: итоги науч. исслед. (2005-2009 гг.) / под общ. ред. О. Г. Барановой. Ижевск: Удмурт. ун-т, 2011. 271 с.
225. Родники Ижевска / под ред. В. В. Туганаева. Ижевск: Изд. дом Удмуртский университет, 2000. 176 с.
226. Романов А.А. Исследования вод Ижевского завода // Известия Императорского географического общества. Т. 12. СПб, 1876. 6 с.
227. Романова Е.Н., Горбатова Е.О., Жильцова Е.Л. Методы использования систематизированной климатической и микроклиматической информации при развитии и совершенствовании градостроительных концепций. СПб: Гидрометеиздат, 2000. 160 с.
228. Рохленко Д. Петр Великий. Флот и лес // Наука и жизнь. 2003. №5. С. 25.
229. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. М.: Госкомгидромет, 1991. 693 с.
230. Русанов В.И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1981. 86с.
231. Рылова Н.Г., Кузнецов М.Ф., Плавинская В.В. Сезонные изменения параметров воды родников бассейна реки Подборенки // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. Вып.1. 2008. С. 73-84.
232. Рылова Н.Г., Кузнецов М.Ф. Классификационные и морфологические особенности почв города Ижевска // Вестник Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2001. №5. С. 72-80.
233. Рылова Н.Г., Никитенко М.А., Кузнецов М.Ф. Насыпные почвы городов Среднего Предуралья на примере Ижевска и Сарапула. // Вестник Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2003. №5. С. 72-80.
234. Рылова Н.Г. Состояние запечатанных почв г. Ижевска // Вестник Удм. ун-та. Сер. Науки о земле. 2004. № 8. С. 81-84.
235. Рылова Н.Г. Трансформация почвенного покрова в условиях промышленного города и ее воздействие на растительность (на примере г. Ижевска): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ижевск, 2003. 19 с.
236. Рылова Н.Г., Кузнецов М.Ф. Морфологические особенности городских почв в зависимости от времени их формирования // материалы Седьмой научн.-практ. конф. преподавателей и сотрудников УдГУ, посвященная 245-летию г. Ижевска. Ижевск: Издательство Удм. гос. ун-та, 2005. Ч. 2. С. 203-206.
237. Рыковский Г.Ф. Эпифитные мхи как экологическая группа экстремальных местообитаний // Проблемы бриологии в СССР: сб.ст. под ред. И. И. Абрамова. Л.: Наука, 1989. С. 18-24.
238. Рысин И.И. Овражная эрозия в Удмуртии. Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1998. 274 с.
239. Рысин И.И. Первые результаты изучения гидротермического крипа на территории Удмуртии / И. И. Рысин // Вестн. Удм. ун-та. Спецвып. Науки о Земле. 2003. С. 81-100.
240. Рысин И.И., Григорьев И.И., Зайцева М.Ю., Голосов В.Н. Линейный прирост оврагов Вятско-Камского междуречья на рубеже XX и XXI столетий // Вестн. Моск. ун-та, Сер. 5. География, 2017, № 1. С. 63-72.
241. Рысин И.И., Голосов В.Н., Григорьев И.И., Зайцева М. Ю. Влияние изменений климата на динамику темпов роста оврагов Вятско-Камского междуречья // Геоморфология, 2017. № 1. С. 90-103.
242. Савельев В.А. Нефтегазоносность и перспективы освоения ресурсов нефти Удмуртской Республики. Москва-Ижевск: Ин-т компьют. исследований, 2003. 288 с.
243. Савич Л.И., Ладыженская К.И. Определитель печеночных мхов севера Европейской части СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 309 с.
244. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
245. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». М., 2014, 56 с.

246. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов". М., 2014, 56 с.
247. Сентемов В.В. Календарь природы города Сарапула // Край Удмуртский. 1977. С. 35-40.
248. Сентемов В.В. Календарь природы Глазовского района // Край Удмуртский. Ижевск, 1964. С. 21-23.
249. Сентемов В.В. Календарь природы с. Селты // Сезонная жизнь природы Русской равнины. Календари природы Нечернозёмной зоны РСФСР за 1960 – 1972 гг. Л.: Наука, 1979. С. 150-151.
250. Сентемов В.В. Календарь природы г. Ижевска // Сезонная жизнь природы Русской равнины. Календари природы Нечернозёмной зоны РСФСР за 1960 – 1972 гг. Л.: Наука, 1979. С. 152-153.
251. Сентемов В.В. Календари природы г. Можги // Сезонная жизнь природы Русской равнины. Календари природы Нечернозёмной зоны РСФСР за 1960 – 1972 гг. Л.: Наука, 1979. С. 154-155.
252. Сидоровский С.А., Каргапольцева И.А., Холмогорова Н.В. Новые материалы к фауне Aноstraca, Notostraca, Conchostraca Удмуртской Республики // Амурский зоологический журнал. VI(1). 2014. С. 12-15.
253. Симонов Г.П., Маник С.И. Лесные растения. Грибы-макромицеты, лишайники, мохообразные. Кишинев: Молдова, 1987. 198 с.
254. Сковрцов В.А., Федорова Н.В., Рогова В.П. и др. Твердые фазы аэрозолей в природно-технических системах городов Прибайкалья // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2011. № 1. С. 31–39.
255. Скрипко Т.В., Елисеева А.В. Влияние выбросов предприятий промышленного мегаполиса на состояние снежного покрова // Омский научный вестник. 2013. № 2(124). С. 110-113.
256. Смелов Ю.Е. Пространственно-временная характеристика техногенного загрязнения природной среды Удмуртии: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Пермь, 2004. 20 с.
257. Снег: справочник / под ред. Д. М. Грея, Д. Х. Мэйла. Л.: Гидрометиздат, 1986. 751 с.
258. Сорокина О.И., Кошелева Н.Е., Касимов Н.С. и др. Тяжелые металлы в воздухе и снежном покрове Улан-Батора // География и природные ресурсы. 2013. № 3. С. 159-170.
259. Соловьёв А.Н. Сезонные наблюдения в природе. Программа и методика регионального фенологического мониторинга. Киров: Издательство, 2005. 96 с.
260. Строганова М.Н., Агаркова А.Д. Городские почвы: опыт изучения и систематики (на примере почв Юго-Западной части г. Москвы) // Почвоведение. 1992. № 7. С. 16-23.
261. Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В. Классификация городских почв // Проблемы антропогенного почвообразования: тез. докл. междунар. конф., Москва, 16-21 июня 1997 г. Т.2. М., 1997. С.234-239.
262. Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В. Роль почв в городских // Почвоведение. 1997. № 1. С. 96-101.
263. Стурман В.И. Экологическое картографирование: учебное пособие. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2003. 152 с.
264. Техника и технология защиты воздушной среды: учебное пособие для вузов / В.В. Юшин и др. М.: Высш. шк., 2005. 391 с.
265. Ткачук С.В. Обзор индексов степени комфортности погодных условий и их связь с показателями смертности // Гидрометцентр России. Труды. Вып. 347. 2012. С. 223-245.
266. Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 244 с.
267. Уланов Е.И. Геологическое строение и гидрогеологические условия междуречья Ижа и Сивы. Горький: Волгагеология, 1973. 85 с.
268. Урасина Э.А., Минаева А.В. Геологическое строение, гидрогеологические и инженерно-геологические условия района г. Ижевска. Горький: Волгагеология, 1962. 93 с.
269. Федотова В.Г. Основы фенологии. Ч. 1. Теоретический курс. СПб.: «ЛЭТИ», 2002. 40 с.
270. Фокин А.Д. Краткий очерк растительности Вятского края // Вятский край: В помощь учителю. Вятка, 1929. С. 86-105.
271. Холмогорова Н.В. Влияние зарегулирования речного стока на изменение структуры макрозообентоса на примере реки Иж и Ижевского водохранилища // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: междунар. научн.-практ. конф. Т.3: Геоэкология и водная экология. Пермь: Изд-во Перм. гос. нац. исслед. ун-та, 2013. С. 219-222.

272. Черная книга флоры Удмуртской Республики / О.Г. Баранова, Е.Н. Бралгина, Е.А. Колдомова и др. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2016. 68 с.
273. Чертопруд М.В. Родниковые сообщества макробентоса Московской области / Журнал общей биологии, 2006. Т.67. №5. С.376-384.
274. Шадрин В.А. Закономерности синантропизации локальных флор (на примере Удмуртии): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1992. 17 с.
275. Шадрин В.А. Основные этапы трансформации флоры и пути сохранения реликтов в Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. 1995. Вып. 3. С. 104-115.
276. Шадрин В.А. Обогащение флоры Удмуртии: миграции, локализации, предпосылки и условия // Вестн. Удм. ун-та. 1999. № 5. С. 13-33.
277. Шадрин В.А. Флористические параметры в оценке синантропизации флоры // Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: материалы V рабоч. совещ. по сравнит. флористике. СПб.: БИН РАН, 2000. С. 288-300.
278. Шадрин В.А. Некоторые эколого-ценотические и ландшафтные особенности редких видов растительного покрова Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. 2001. № 7. С. 44-63.
279. Шадрин В.А. Историческая обусловленность зонального характера растительного покрова Удмуртии // Ботанические исследования в азиатской России: материалы XI съезда Рус. бот. об-ва. Том 2. Барнаул: Изд-во «АзБука», 2003. С. 478-480.
280. Шадрин В.А. Объективное и субъективное в оценке растений апофитов // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ: материалы междунар. науч. конф. М.: Изд-во Бот. сада МГУ; Тула: Гриф и К°, 2003. С. 121-122.
281. Шадрин В.А. Проявление зональности растительного покрова Удмуртской Республики через её локальные флоры // Развитие сравнительной флористики в России: вклад школы А. И. Толмачева: материалы VI рабоч. совещ. по сравнит. флористике. Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН, 2004. С. 69-77.
282. Шадрин В.А. Оценка состояния и степени антропогенной трансформации растительного покрова // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: материалы III междунар. науч. конф. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2006. С. 114-115.
283. Шадрин В.А. Состояние и развитие лесов центральной части территории Удмуртии (на примере природнохозяйственной системы села Люк Завьяловского района). Часть 2. Характеристика и экологическая ценность сообществ // Ежегодник финно-угорских исследований. Вып. 2. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. С. 103-120.
284. Шадрин В.А. Интегрированный показатель антропогенной трансформации растительного покрова // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: материалы IV междунар. науч. конф. М.-Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2012. С. 224-227.
285. Шадрин В.А. Орбитоценозы: понятие, структура, особенности // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: материалы IV междунар. науч. конф. М.-Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2012. С. 227-232.
286. Шадрин В.А. Растительный покров природного парка «Шаркан»: особенности и уникальность, анализ и характеристика. Ижевск: Издат. центр «Удмуртский университет», 2016. 168 с.
287. Шибаев В.В. Управление лесным хозяйством горнозаводского Урала в XVIII – первой половине XIX в. // Документ. Архив. История. Современность. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2001. Вып. 1. С. 88-111.
288. Шиляева Е.В., Артемьева Е.С. Макрозообентос родников г. Ижевска // Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее : материалы конф. молодых ученых, 21-25 апр. 2008 г. / УрО РАН, Ин-т экологии растений и животных. - Екатеринбург: Голицынский, 2008. - С. 315-316.
289. Шипко Ю.В., Шувакин Е.В., Бородулин И.А. Научно-методический подход к оценке жесткости климата северных территорий // Гелиогеофизические исследования. 2014. Вып. 8. С. 63-66.
290. Шляков Р.Н. Печеночные мхи севера СССР. Вып. 5. Л.: Наука, 1982. 196 с.
291. Шляков Р.Н. Печеночные мхи Севера СССР. Вып. 1. Л.: Наука, 1979. 92 с.
292. Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. 176 с.
293. Шувалова В.А., Нафикова И.Р., Шадрин В.А. Орбитоценозы г. Ижевска: особенности почв и трансформация флоры // Популяционная и эволюционная экология (назад в будущее):

- материалы всерос. конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Гошицкий», 2009. С. 275-276.
294. Шульц Г.Э. Общая фенология. Л.: Наука, 1981. 188 с.
 295. Шумихина А.В. Повторяемость и динамика оттепелей в Ижевске // Вестн. Удмурт. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2015. №4. С. 129-136.
 296. Эрозионные процессы / под ред. Н.И. Маккавеева, Р.С. Чалова. М.: Изд-во «Мысль», 1984. 256 с.
 297. Эрхард Ж.-П., Сежен Ж. Планктон. Состав, экология, загрязнение. Л: Гидрометеоиздат, 1984. 255 с.
 298. Юминов В.А., Рысин И.И. Развитие и оценка экзогенных геолого-геоморфологических процессов (на примере Ленинского района г. Ижевска) // Наука Удмуртии, 2017, № 4 (82). С. 210-229.
 299. Юрцев Б.А. Флора Сунтар-Хаята (северо-восток Сибири): Проблемы истории высокогорных ландшафтов. Л.: Изд-во «Наука», 1968. 236 с.
 300. Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики: Учеб. пособие по спецкурсу. Пермь: Перм. ун-т, 1991. 80 с.
 301. Юсупов Д.В., Степанов В.А., Трутнева Н.В. и др. Минеральный и геохимический состав твердого осадка в снеговом покрове г. Благовещенск (Амурская область) // Изв. Томск. политех. ун-та. 2014. Т. 324. №1. С. 184–189.
 302. Яковлев В.Н. «Индустриальная раса» плотвы *Rutilus rutilus* (Pisces, Cyprinidae) // Зоол. журн. Т. 71. № 6. 1992. С. 81-85.
 303. Янченко Н.И., Баранов А.Н., Ершов В.А. и др. Распределение некоторых химических элементов в снежном покрове в г. Братске // Системы. Методы. Технологии. 2013. № 4(20). С. 164-169.
 304. Analitis A., Katsouyanni K., Biggeri A. et al. Effect of Cold Weather on Mortality: results from 15 European Cities within the PHEWE Project. Am. J Epidemiology. 2008. P. 168-1397.
 305. Application of Highway Capacity Manual 2010 Level of Service Methodologies for Planning Deficiency Analysis. University of Tennessee, Knoxville, 2012. 175 p.
 306. Armistead G. Russell Mathematical modeling of the effect of emission sources on atmospheric pollutant concentrations. Camagie mellon university. 1988. 692p.
 307. Bockheim J.G. Nature and properties of highly disturbed urban soils / Paper presented before Div. 1974. S-5, Soil Science of America, Chicago, Illinois.
 308. Burghardt W. Soils in urban and industrial environments // Z. Pflanzenernahr. Bodenkd. 157, 1994. P. 205-214.
 309. Huynen M.M., Martens A.J., Schram D. et al. The Impact of Heat Waves and Cold Spells on Mortality Rates in the Dutch population. Environ. Health Perspect. 2001. № 109. P. 463-470.
 310. Houghton F.C., Vagloglou C.P. Determining lines of equal comfort // J. Amer. Soc. Heat. And Ventilating Engineers. 1923. Vol. 29. P. 165-176.
 311. Jones K.C., Stratford J.A., Waterhouse K.C., Johnson A.E. Polynucleararomatic hydrocarbonsin U.K. Soils: Long-termtem-poraltrends and current level // Tracesubset. Environment and Health. 21-st Proc. Univ. Mo., May 1987.Columbia, Mo. St. Louis, 1987.P. 140-149.
 312. Revich B., Shaposhnikov D. Excess Mortality During Heat Waves and Cold Spells in Moscow. Russia // Occupational and Environmental Medicine. 2008. Vol. 65. № 10. P. 692-696.
 313. Simovich M.A. Crustacean Biodiversity and Endemism in California s Ephemeral Wetlands // Ecology, Conservation, and Management of Vernal Pool Ecosystems: Proceedings from a 1996 Conference. California Native Plant Society, Sacramento, CA, 1998. P. 107-118.
 314. Young A. Soil movement on slopes // Nature, 1963, vol. 200, № 4902. P.129 – 130.

Фондовые источники

315. Бакланова Н.З., Михалева Т.И. Современное состояние подземных вод на территории Удмуртии. Ижевск, 1992. 123 с.
316. Гагарина О.В. Анализ временной динамики и пространственной изменчивости качества поверхностных вод Удмуртии: дис. ... канд. геогр. наук. Ижевск, 2007. 238 с.
317. Гришина И.Н. Заключение по определению эксплуатационных запасов подземных вод г. Ижевска. Горький: Волгагеология, 1964. 118 с.
318. Жариков А.А. и др. Составление гидрогеологической карты (первого от поверхности водоносного горизонта), карты четвертичных отложений, геоморфологической и новейшей

- тектоники на территорию Удмуртской АССР в масштабе 1:500 000. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1989. 85 с.
319. Иванюшенко Н.Л. Региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод Волго-Камского артезианского бассейна. Горький: Волгагеология, 1986. 74 с.
320. Качанов Н.В. Сажнев И.В., Качанова Л.Е., Стурман В.И., Ильминских Н.Г., Печерских В.Н. Отчет по теме «Геоэкологические исследования масштаба 1:25000 городской агломерации г. Ижевска. М.: «Космоаэрогеология», 1993. 133 с.
321. Минаева А.В., Урасина Э.А. Гидрогеологические условия бассейна рек Иж и Позимь (Ижевский и Завьяловский районы). Горький: Волгагеология, 1962. 85 с.
322. О внесении изменений в Федеральный закон "Об отходах производства и потребления", отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2014 N 458-ФЗ (ред. от 28.12.2016).
323. Основные положения Правил использования водных ресурсов Ижевского водохранилища на р. Иж. (Утверждены Министерством мелиорации и водного хозяйства РСФСР 7 октября 1971 г.). Москва, 1971. 68 с.
324. Отчет о результатах работ по научно-исследовательской теме: «Научно-методическое сопровождение проекта утилизации донных отложений и подготовка мероприятий по улучшению качества воды Ижевского водохранилища» / отв. исп. В.И. Стурман. Ижевск: УдГУ, 2004. 140 с.
325. Рубцова А.В. Бриофлора Удмуртской Республики: дис. ... канд. биол. наук. Ижевск, 2011. 236 с.
326. Рылова Н.Г. Трансформация почвенного покрова в условиях промышленного города и ее воздействие на растительность (на примере г. Ижевска): дис. ... канд. биол. наук. Ижевск, 2003. 262 с.
327. Салтыков В.Ф., Крылова В.И. Информационный отчет о поисках подземных вод на территории правобережья р. Камы для водоснабжения г. Ижевска. Ижевск, 1994. 43 с.
328. Сергеев А.В. Территориальный баланс запасов нерудных полезных ископаемых Удмуртской Республики на 01.01.2010 г. Ижевск. 130 с.
329. Смирнов В.Я. и др. Геологическое строение и гидрогеологические условия междуречья Ижа и Камы (лист О-39-XXXVI). Дзержинск, 1974. 95 с.
330. Строганова М.Н. Городские почвы: генезис, систематика и экологическое значение (на примере г. Москвы) дис. ... докт. биол. наук. М., 1998. 71 с.
331. Стурман В.И. Отчет о научно-исследовательских работах по теме: Эколого-геохимическая съемка Устиновского района г. Ижевска. Ижевск: УдГУ, 1996. 115 с.
332. Стурман В.И., Габдуллин В.М. Отчет о научно-исследовательских работах по теме: Эколого-геохимическая съемка Ленинского района г. Ижевска в масштабе 1:10000. Ижевск: УдГУ, 1998. 159 с.
333. Стурман В.И., Габдуллин В.М. Отчет о научно-исследовательских работах по теме: Эколого-геохимическая съемка Первомайского района г. Ижевска в масштабе 1:10000. Ижевск: УдГУ, 1999. 170 с.
334. Стурман В.И., Габдуллин В.М. Отчет о научно-исследовательских работах по теме: Эколого-геохимическая съемка Октябрьского и Индустриального районов г. Ижевска в масштабе 1:10000. Ижевск: УдГУ, 2000. 213 с.
335. Удачин В.Н. Экогеохимия горнопромышленного техногенеза Южного Урала: дис. ... докт. геол.-мин. наук. Миасс, 2012. 352с.
336. Уланов Е.И., Писанникова Е.Л., Чумаков О.Е. Легенда Средневолжской серии листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 200 000 (изд. второе). Объяснительная записка. Нижний Новгород, 2005. 45 с.
337. Хвостов И.В. Элементный состав аэрозоля, накапливаемого в снеговом покрове Алтайского края: дис. ... канд. техн. наук. Барнаул, 2007. 109 с.

Электронные ресурсы

338. Генеральный план города Ижевска. URL: <http://www.izh.ru/i/info/14720.html> (дата обращения: 15.03.2017)
339. Городское хозяйство / МУП г. Ижевска "Ижводоканал". URL: <http://www.izh.ru/i/info/16103.html> (дата обращения: 15.03.2017).

340. Ижводоканал бьет тревогу по поводу значительного износа сетей / Известия Удмуртской Республики, выпуск от 23.05.2013. URL: <http://www.izvestiaur.ru/news/view/7212001.html> (дата обращения: 08.06.2017).
341. Карта Ижевска. URL: <https://yandex.ru/maps/44/izhevsk/?clid=1985545-217&win=201&l=sat%2Cskl> (дата обращения: 20.07.2017).
342. Обследование населенных пунктов ханты-мансийского автономного округа для определения источников повышенного содержания формальдегида в атмосферном воздухе. URL: <http://refdb.ru/look/2002247.html> (дата обращения: 15.09.2017).
343. Программа комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры города Ижевска на период с 2009г. до 2015г. Утверждена решением Городской думы города Ижевска от 22 октября 2009 года №545 / МО «Город Ижевск». URL: <http://www.izh.ru/law?doc&nd=960300191&nh=0&ssect=0> (дата обращения: 11.09.2017).
344. Профилактика клещевого вирусного энцефалита: санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.3.2352-08: утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 7 марта 2008 г. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 11.12.2017).
345. Статистические данные Росприроднадзора РФ по УР. URL: <https://onv.fsrpn.ru> (дата обращения: 19.07.2017).
346. Экологическая информация на портале города Ижевска. Поверхностные воды. Малые реки г. Ижевска / Официальный сайт муниципального образования город Ижевск. URL: <http://www.izh.ru/i/info/14680.html> (дата обращения: 02.11.2017).
347. Экологическая информация на портале Удмуртской Республики. Поверхностные воды. Сброс сточных вод с разрешением / АУ «Управление Минприроды УР». URL: http://eco18.ru/ekologicheskie_karty (дата обращения: 14.07.2017).
348. Постановление Правительства Удмуртской Республики от 7 декабря 2015 года №541 «Об утверждении государственной программы Удмуртской Республики «Комплексное развитие жилищно-коммунального хозяйства Удмуртской Республики» (в редакции постановлений Правительства Удмуртской Республики от 18.04.2016 N 161, от 15.02.2017 N 32, от 13.03.2017 N 78, от 10.04.2017 N 130, от 26.06.2017 N 273) / Правительство Удмуртской Республики. URL: <http://docs.cntd.ru/document/432821361> (дата обращения: 14.10.2017).

Приложение



Пеллия Нееса



Риччиокарп плавающий



Фруллания расширенная



Надбородник безлистный



Родник «Важнин ключ»



ООПТ «Урочище Пазелинское»



ООПТ «Юровский мыс»



Мытник царский скипетр



ООПТ «Колтоминский бор»



Пальчатокоренник Фукса



ООПТ «Ярушкинский парк»



Башмачок настоящий, или Венерин башмачок



Гнездовка настоящая



Колокольчик широколистный



Лилия кудреватая, Лилия саранка



Калипсо луковичная

Научное издание

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ИЖЕВСКА

Монография

Под ред. И.И. Рысина, О.Г. Барановой

Авторская редакция

Отпечатано с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать 11.07.2018. Формат 70x108 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 23,8. Уч.-изд. л. 20,66.

Тираж 300 экз. Заказ № 1303.

АНО «Ижевский институт компьютерных исследований»

426034, г. Ижевск, ул. Кооперативная, д. 5.

E-mail: mail@rsd.ru Тел./факс: +7 (3412) 50-02-95

Типография

Издательского центра «Удмуртский университет»

426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 2.

Тел. 68-57-18



ISBN 978-5-4344-0529-4

